



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA  
MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA**

**“TEJIDOS PARWALL”. UBICADA EN ATUNTAQUI.**

**AUTORA: ANA VALERIA BENALCÁZAR CACHIMUEL**

**DIRECTOR: ING. Santiago Marcelo Vacas Palacios MSC.**

**IBARRA-ECUADOR**

**2021**



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

#### TÉCNICA DEL NORTE.

#### IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003832027
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	BENALCÁZAR CACHIMUEL ANA VALERIA
<b>DIRECCIÓN:</b>	CHALTURA, GONZÁLES SUÁREZ Y MICENO JIJÓN
<b>EMAIL:</b>	<a href="mailto:avbenalcazarc@utn.edu.ec">avbenalcazarc@utn.edu.ec</a>
<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980095473

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA “TEJIDOS PARWALL”. UBICADA EN ATUNTAQUI.
<b>AUTOR (ES):</b>	BENALCÁZAR CACHIMUEL ANA VALERIA
<b>FECHA:</b>	29/03/2021
<b>PROGRAMA:</b>	▪ PREGRADO    □ POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	INGENIERA INDUSTRIAL
<b>ASESOR/DIRECTOR:</b>	ING. SANTIAGO MARCELO VACAS PALACIOS MSC.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CONSTANCIAS**

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 12 días del mes de abril de 2021

LA AUTORA:

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Ana Valeria Benalcázar Cachimuel". The signature is written in a cursive style and is positioned above a horizontal line.

Ana Valeria Benalcázar Cachimuel

C. I: 100383202-7



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ingeniero Santiago Marcelo Vacas Palacios MSc. Director del Trabajo de Grado desarrollado por la señorita estudiante ANA VALERIA BENALCÁZAR CACHIMUEL.

**CERTIFICA**

Que, el proyecto de trabajo de grado titulado “PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA PARA MEJORAR LA EFICIENCIA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA “TEJIDOS PARWALL”. UBICADA EN ATUNTAQUI.”, ha sido elaborado en su totalidad por la señorita estudiante Ana Valeria Benalcázar Cachimuel, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniera Industrial. Luego de ser revisada, considerando que se encuentra concluido y cumple con las exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente

Ibarra, a los 12 días del mes de abril de 2021

**ING. SANTIAGO MARCELO VACAS PALACIOS**

**DIRECTOR TRABAJO DE GRADO**

## DEDICATORIA

*A mis padres Zoila Cachimuel y Luis Benalcázar por brindarme su apoyo incondicional, por sus sabios consejos que me han servido en el transcurso de mi carrera universitaria.*

*A mis hermanos (as) Kevin, David, Isabela y Ebelin por su cariño y apoyarme durante todo este proceso.*

*A mis sobrino (as) Nathaly, Guilana, Valentina y Matías quienes son mi motivación para no rendirme y esforzarme cada día.*

Valeria Benalcázar.

## AGRADECIMIENTO

*A los docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial que fueron parte de mi formación académica, ética y personal; que brindaron sus conocimientos para alcanzar una meta de ser profesional.*

*Al Sr. Luis Eduardo Paredes, Gerente General de la empresa Tejidos Parwall, por brindarme las facilidades para realización de la investigación.*

*Al MSC. Marcelo Vacas por ser mi director de tesis, por sus conocimientos compartidos en esta etapa de titulación.*

*A mi familia por brindarme su apoyo incondicional, por haber confiado en mí, por sus consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todas mis metas.*

*A mis amigos y amigas gracias infinitas por estar siempre en los buenos y malos momentos.*

Valeria Benalcázar.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT .....	xx
CAPÍTULO I.....	1
1 GENERALIDADES .....	1
1.1 Tema .....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.2.1 Objetivo General .....	1
1.2.2 Objetivos Específicos .....	1
1.3 Planteamiento del problema .....	1

1.4	Alcance .....	2
1.5	Justificación .....	3
1.6	Metodología.....	4
1.6.1	Investigación documental.....	4
1.6.2	Investigación de campo .....	4
1.6.3	Metodología DMAIC .....	4
CAPÍTULO II .....		6
2	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
2.1	Definición de Lean .....	6
2.2	Definición de Six Sigma.....	6
2.3	Proceso.....	8
2.3.1	Diagrama de flujo de procesos .....	8
2.3.2	Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers) .....	10
2.3.3	Mapa de procesos .....	10
2.4	Combinación de Lean Six Sigma .....	12
2.4.1	Definir .....	13
2.4.2	Medir .....	14
2.4.3	Analizar .....	14
2.4.4	Mejorar .....	14
2.4.5	Controlar.....	15



2.5	Herramientas estratégicas de la metodología DMAIC .....	15
2.5.1	Project Charter.....	15
2.5.2	Diagrama de Pareto .....	15
2.5.3	Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto).....	16
2.5.4	5'S .....	17
2.5.5	Control Visual (Andon).....	18
2.5.6	Gráficas de control .....	18
2.5.7	Hoja de control .....	19
2.5.8	Trabajo estandarizado .....	20
2.5.9	Población y muestra .....	20
2.5.10	Índices de capacidad de procesos .....	20
CAPÍTULO III .....		22
3	ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA .....	22
3.1	Caracterización general de la empresa .....	22
3.1.1	Antecedentes de la empresa .....	22
3.1.2	Misión.....	22
3.1.3	Visión .....	23
3.1.4	Datos generales .....	23
3.1.5	Valores .....	24
3.1.6	Organigrama.....	25

3.1.7	Proveedores .....	26
3.1.8	Volumen de producción .....	27
3.2	Procesos .....	27
3.2.1	Mapa de procesos .....	27
3.2.2	Diagrama SIPOC.....	29
3.2.3	Diagrama de procesos .....	34
3.3	Problemática actual de la empresa.....	39
3.4	Matriz de priorización .....	40
3.5	Metodología DMAIC .....	42
3.5.1	Fase Definir .....	42
3.5.2	Fase Medir.....	43
3.5.3	Fase Analizar.....	73
CAPÍTULO IV.....		82
4	PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA .....	82
4.1	Fase Mejorar .....	82
4.1.1	Propuesta 5´S.....	82
4.1.2	Andon .....	87
4.1.3	Trabajo estandarizado .....	90
4.1.4	Planes de acción de mejora .....	91
4.1.5	Mejora en el proceso del área de corte .....	95

4.2 Fase Controlar.....	98
CONCLUSIONES.....	100
RECOMENDACIONES .....	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS.....	107

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.-</b> Niveles de Six Sigma .....	8
<b>Tabla 2.-</b> Simbología y definición del diagrama de flujo.....	9
<b>Tabla 3.-</b> Ejemplo hoja de control .....	19
<b>Tabla 4.-</b> Interpretación de valores Cp .....	21
<b>Tabla 5.-</b> Datos generales .....	23
<b>Tabla 6:</b> Proveedores de la empresa Tejidos Parwall .....	26
<b>Tabla 7:</b> Volumen de producción.....	27
<b>Tabla 8.-</b> Diagrama del proceso de tejeduría.....	35
<b>Tabla 9.-</b> Diagrama del proceso de hilvanado .....	36
<b>Tabla 10.-</b> Diagrama del proceso de corte.....	37
<b>Tabla 11.-</b> Diagrama del proceso de confección .....	38
<b>Tabla 12.-</b> Diagrama del proceso de empackado .....	39
<b>Tabla 13.-</b> Criterios de valoración para la matriz de priorización.....	41
<b>Tabla 14.-</b> Matriz de priorización.....	41
<b>Tabla 15.-</b> Acta de constitución del proyecto.....	42
<b>Tabla 16.-</b> Producción semanal por tallas. ....	44
<b>Tabla 17.-</b> Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de la talla S. ....	45
<b>Tabla 18.-</b> Especificaciones de medidas y sus respectivas tolerancias de las tallas S y M. ....	48

<b>Tabla 19.-</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla S .....	51
<b>Tabla 20.-</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco en la talla S.....	52
<b>Tabla 21.-</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla S .....	57
<b>Tabla 22.-</b> Muestras tomadas de la variable ancho de pecho del saco en la talla M.....	59
<b>Tabla 23.-</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla M .....	63
<b>Tabla 24.-</b> Muestras tomadas de la variable largo total del saco talla M .....	65
<b>Tabla 25.-</b> Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla M .....	69
<b>Tabla 26.-</b> Número de sacos defectuosos .....	71
<b>Tabla 27.-</b> Actividades de implementación etapa Seiri.....	83
<b>Tabla 28.-</b> Actividades de implementación etapa Seiton .....	84
<b>Tabla 29.-</b> Actividades de implementación etapa Seiso.....	85
<b>Tabla 30.-</b> Actividades de implementación etapa Seiketsu .....	86
<b>Tabla 31.-</b> Actividades de implementación etapa Shitsuke.....	87
<b>Tabla 32.-</b> Código de colores para el sistema Andon propuesto .....	88
<b>Tabla 33.-</b> Inventario de máquinas estado actual .....	92
<b>Tabla 34.-</b> Programa de mantenimiento preventivo .....	94

<b>Tabla 35.-</b> Muestras de mejora en la variable ancho de pecho de la talla M. ....	95
<b>Tabla 36.-</b> Interpretación de la métrica de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M.....	97

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diagrama SIPOC .....	10
<b>Figura 2:</b> Diagrama SIPOC .....	11
<b>Figura 3:</b> Las cinco fases de la metodología DMAIC .....	13
<b>Figura 4:</b> Diagrama de Pareto .....	16
<b>Figura 5:</b> Diagrama de Ishikawa .....	17
<b>Figura 6:</b> Pasos para realizar la metodología 5'S .....	18
<b>Figura 7:</b> Elementos básicos de una gráfica de control .....	19
<b>Figura 9:</b> Propuesta mapa de procesos Tejidos Parwall .....	28
<b>Figura 10:</b> Diagrama SIPOC .....	29
<b>Figura 11:</b> Máquina Universal galga .....	30
<b>Figura 12:</b> Máquina Universal galga .....	31
<b>Figura 13:</b> Proceso de hilvando .....	32
<b>Figura 14:</b> Planchado y corte de piezas .....	33
<b>Figura 15:</b> Proceso de confección .....	33
<b>Figura 16:</b> Prenda lista para ser empacada.....	34
<b>Figura 17:</b> Gráfica de control $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho talla S.....	47
<b>Figura 18:</b> Capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho talla S .....	50
<b>Figura 19:</b> Gráfica de control $\bar{X}$ -R de la variable largo total del saco en la talla S.....	54
<b>Figura 20:</b> Capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla S .....	56

<b>Figura 21:</b> Gráfica de control $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho del saco talla M .....	60
<b>Figura 22:</b> Capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M..	62
<b>Figura 23:</b> Gráfica de control $\bar{X}$ -R de la variable largo total del saco talla M.....	66
<b>Figura 24:</b> Capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla M.....	68
<b>Figura 25:</b> Gráfica de control P de los sacos defectuosos en el proceso de confección .....	72
<b>Figura 26:</b> Diagrama de Pareto de defectos en el área de corte .....	73
<b>Figura 27:</b> Diagrama de Pareto de defectos en el área de confección .....	74
<b>Figura 28:</b> Diagrama de Ishikawa de fallas de corte.....	75
<b>Figura 29:</b> Diagrama de Ishikawa de mal tendido de las piezas de tejido .....	77
<b>Figura 30:</b> Diagrama de Ishikawa de defectos de costura .....	79
<b>Figura 31:</b> Diagrama de Ishikawa de variabilidad de tallas.....	80
<b>Figura 32:</b> Propuesta sistema Andon en el área de corte .....	89
<b>Figura 33:</b> Propuesta sistema Andon en el área de confección.....	90
<b>Figura 34:</b> Gráfica de control de mejora $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho del saco talla M .....	96
<b>Figura 35:</b> Capacidad de mejora del proceso de corte de la variable ancho de pecho talla M	96



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b>	Ficha de entrevistas .....	108
<b>Anexo 2.</b>	Factores para la construcción de las cartas de control .....	110
<b>Anexo 3.</b>	Tarjeta Roja .....	110
<b>Anexo 4.</b>	Lista de artículos necesarios en el área de corte.....	111
<b>Anexo 5.</b>	Modelo de auditoría 5'S .....	111
<b>Anexo 6.</b>	Manual de procedimientos del proceso de corte .....	113
<b>Anexo 7.</b>	Manual de procedimientos del proceso de confección.....	120
<b>Anexo 8.</b>	Plan de capacitación .....	127
<b>Anexo 9.</b>	Ficha técnica de mantenimiento .....	128
<b>Anexo 10.</b>	Hojas de control de defectos .....	129

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene propuestas de mejoramiento a través de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma en la empresa Tejidos “Parwall”. Mediante un análisis y con la matriz de priorización, se identificó la problemática en las áreas de corte y confección. Las propuestas son generadas con el fin de mejorar en el proceso productivo de sacos para mujer, por medio de la disminución o eliminación de defectos y fallas que no agregan valor y ayudan a disminuir posibles riesgos potenciales para la organización.

En el capítulo I, se define el planteamiento del problema del cual parte la investigación y será el eje principal para el desarrollo de la misma. Además se, presentan los objetivos generales y específicos que se esperan alcanzar, la justificación explica de forma convincente el motivo por el qué y para qué de la investigación, explica los beneficios y como se va a solucionar el problema. Por último, el alcance y la metodología que se utilizó en la investigación.

En el capítulo II, se elaboró la fundamentación teórica de acuerdo con el tema para establecer criterios y conceptos de diferentes autores e investigadores.

En el capítulo III, Comprende el diagnóstico de la situación actual de la empresa Tejidos “Parwall” donde se describe la caracterización de la organización, los procesos y se identifican los problemas más críticos de las áreas de corte y confección. También se aplica la metodología DMAIC, donde se utilizó las tres primeras fases.

En el capítulo IV, se desarrolló las dos últimas fases de la metodología DMAIC, en la fase mejorar se propuso la aplicación de las 5'S, manual de procedimientos del proceso de corte y confección, la herramienta Andon y plan de acción de mejoras como: plan de capacitación y plan de mantenimiento de máquinas y equipos que ayudarán a la solución de los problemas detectados,

asegurando que se corrija o reduzca los problemas. En la fase de control se establecieron métodos de monitoreo como: gráficas de control, un modelo de auditoría de las 5'S y hojas de control de defectos, así como fomentar el desarrollo e implementación de las estrategias de mejora.

## **ABSTRACT**

This research work has proposals for improvement through the application of the Lean Six Sigma methodology in the company Tejidos "Parwall". Through an analysis and with the prioritization matrix, the problems in the cutting and sewing areas were identified. The proposals are generated in order to improve the production process of women's bags, through the reduction or elimination of defects and failures that do not add value and help reduce potential risks to the organization.

Chapter I defines the problem statement from which the research is based and which will be the main axis for its development. In addition, the general and specific objectives that are expected to be achieved are presented, the justification explains in a convincing way the reason why and what for the research, explains the benefits and how the problem is going to be solved. Finally, the scope and methodology used in the research.

In Chapter II, the theoretical foundation was developed according to the topic in order to establish criteria and concepts of different authors and researchers.

Chapter III includes the diagnosis of the current situation of the company Tejidos "Parwall", which describes the characterization of the organization, the processes and identifies the most critical problems in the cutting and sewing areas. The DMAIC methodology is also applied, where the first three phases were used.

In Chapter IV, the last two phases of the DMAIC methodology were developed. In the improvement phase, the application of the 5'S, the cutting and sewing process procedures manual, the Andon tool and the improvement action plan were proposed, such as: training plan and maintenance plan for machines and equipment that will help solve the problems detected, ensuring

that the problems are corrected or reduced. In the control phase, monitoring methods were established, such as control charts, a 5'S audit model and defect control sheets, as well as encouraging the development and implementation of improvement strategies.

## **CAPÍTULO I**

### **1 GENERALIDADES**

#### **1.1 Tema**

Propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma para mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la empresa “Tejidos Parwall”. Ubicada en Atuntaqui.

#### **1.2 Objetivos**

##### **1.2.1 Objetivo General**

Mejorar la eficiencia del proceso productivo de sacos en la empresa “Tejidos Parwall” aplicando la metodología Lean Six Sigma para reducir los defectos y fallas, así satisfacer las expectativas y necesidades del cliente.

##### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Definir las bases teóricas que fundamenten los temas referentes a la investigación propuesta.
- Diagnosticar la situación actual de la empresa, y aplicar la metodología Lean six sigma con la finalidad de identificar las variables críticas de calidad que afectan en el proceso productivo.
- Elaborar planes de acción para mejorar la eficiencia del proceso de fabricación de sacos para mujer de la empresa “Tejidos Parwall”.

#### **1.3 Planteamiento del problema**

La empresa Tejidos Parwall se encuentra ubicada en Atuntaqui, se dedicada al tejido de sacos y chalinas de acrílico, también a la confección de prendas de vestir las cuales comercializa en varias ciudades. Cuenta con 11 empleados, quienes se centran en la elaboración de las prendas.

Inició sus operaciones hace 10 años como un pequeño taller familiar, creció hasta su estructura actual.

La empresa es reconocida por su experiencia, aunque se puede evidenciar inadecuados controles de calidad, falta de organización y planificación de los procedimientos de producción en general.

Aplicando la metodología Lean Six Sigma, se desarrollará una mejora continua en los procesos, es decir, que se centrará en reducir y eliminar los defectos o fallos en los sacos para mujer en la empresa Tejidos Parwall. Además, se pretende alcanzar un excelente compromiso que implica a toda la organización. Así obtener un nivel de calidad competitivo y satisfacer las exigencias de los clientes.

Por lo mencionado anteriormente se analizará los datos reales del proceso, y permitirán determinar los posibles defectos así, establecer soluciones que mejoren la eficiencia de los procesos productivos y la calidad del producto. Por lo tanto, este será el medio en que la empresa empezará a direccionarse correctamente con la finalidad de mejorar su productividad, obteniendo fidelidad, confianza y logrando así un crecimiento positivo de la misma.

#### **1.4 Alcance**

El presente trabajo propuesto se realizará en la empresa Tejidos Parwall en el área de producción de sacos en las tallas S y M, específicamente en las áreas de: corte y confección. Consiste en desarrollar la metodología Lean Six Sigma, que se centra en generar propuestas de mejora en beneficio de la empresa. Con el fin de aumentar el nivel de productividad cumpliendo los requisitos y exigencias de los clientes.

## **1.5 Justificación**

En la ciudad de Atuntaqui existen una variedad de pequeñas y medianas empresas dedicadas a la confección y fabricación de prendas de vestir, de tal manera que estas empresas ocupan un espacio industrial y son influyentes en el mercado laboral. Según estadísticas levantadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), alrededor de 158 mil personas laboran directamente en empresas textiles y de confección. A esto se suman los miles de empleos indirectos que genera, ya que la industria textil y confección ecuatoriana se encadena con un total de 33 ramas productivas del país. (AITE, 2016)

El desarrollo del presente trabajo tiene como objetivo principal mejorar la productividad de la empresa y la calidad del producto final del área de producción de sacos a través de la aplicación de la metodología Lean Six Sigma.

La metodología Lean Six Sigma es una herramienta, la cual se basa en encontrar las actividades principales que causan problemas de calidad en el proceso y estos afectan al cliente. Al desarrollar esta metodología en la fabricación de sacos, se mejorará en el costo, calidad y sobre todo entender las necesidades del consumidor.

Su objetivo principal es mejorar el nivel de desempeño en el proceso productivo y calidad del producto o servicio. Así, nos ayudará a identificar las variables críticas de calidad en el proceso, donde se analizará y se dará soluciones de mejora.

El presente trabajo se articula con el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida, específicamente con el eje 2 “Economía al Servicio de la Sociedad”, donde el objetivo 5 “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible de manera redistributiva y solidaria”. (SENPLADES, 2017)



## **1.6 Metodología**

### **1.6.1 Investigación documental**

Se realizará una investigación documental utilizando fichas de trabajo bibliográfico digitales para el levantamiento de la información, la cual es realizada durante el Marco Teórico para sustentar los conceptos y faciliten la comprensión del proyecto.

### **1.6.2 Investigación de campo**

Es de campo porque recoge información y evidencias directas de la empresa Tejidos Parwall, las mismas que permitirán realizar un diagnóstico para efectuar la propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma.

#### **Enfoque cualitativo**

Se utilizará en el capítulo de diagnóstico donde se describirá teóricamente la situación en la que se encuentra la empresa, también se dará a conocer el contexto de la organización.

#### **Enfoque cuantitativo**

Este método será utilizado en el capítulo de diagnóstico y aplicación de la metodología Lean Six Sigma donde se enfoca en la recolección y análisis de datos a través de herramientas estadísticas o matemáticas que brinden resultados objetivos.

### **1.6.3 Metodología DMAIC**

Esta metodología DMAIC consta de las siguientes fases

#### **Fase Definir**

En esta fase se definirá el problema que debe ser específico y medible, se describirá los objetivos del proyecto. Además, se establecerá con el acta de inicio del proyecto.

### **Fase Medir**

En esta fase se desarrollará un plan de recolección de datos, las cuales servirán de ayuda para definir la situación actual de la empresa y encontrar la principal causa del problema.

### **Fase Analizar:**

En esta fase se analizará los datos obtenidos de la fase anterior y se determinará el problema con la aplicación de herramientas estadísticas.

### **Fase Mejorar:**

En esta fase se propondrá posibles soluciones al problema detectado, asegurando que se corrija o reduzca el problema usando las diferentes herramientas.

### **Fase controlar**

En esta última fase se diseña un plan de control que garantice que los cambios alcanzarán mejoras y estas se mantengan en un largo tiempo, en esta fase es necesario establecer tres niveles de control como: estandarización del proceso, documentación y monitoreo.

## **CAPÍTULO II**

### **2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **2.1 Definición de Lean**

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la aplicación de técnicas.

El Lean Manufacturing es una metodología que tiene por objetivo la eliminación del despilfarro y maximizar o utilizar solo las actividades que añadan valor agregado desde la perspectiva del cliente, al producto o servicio final mediante la utilización de una colección de herramientas. (Gisbert & Añaguari, 2016)

Para lograr el costo objetivo del producto y la calidad mediante la eliminación de desperdicios que están presentes a lo largo de todo el proceso productivo. Lean Manufacturing invita a que los ingenieros de proceso, líderes de producción y operadores conozcan con detalle cada elemento, cada operación, y todo el proceso, para que sean capaces de controlarlo, fabricar con calidad, solucionar problemas y mejorarlo de manera constante. Incluye una metodología de solución de problemas, una de prevención y una de mejora, las cuales utilizan herramientas para diferentes necesidades y propósitos. Estas deben ser aprendidas desde que se contratan nuevos colaboradores y perfeccionarse de manera continua como parte de su trabajo y no como una actividad adicional derivada de un proyecto. (Socconini L. V., Lean Company: más allá de la manufactura, 2019)

#### **2.2 Definición de Six Sigma**

Es una metodología exitosa, ya que ha obtenido beneficios significativos en diferentes áreas ya sea de manufactura o servicio, satisfaciendo las necesidades del cliente. También busca reducir los niveles de defectos en los productos o servicios de una organización.

Six sigma evolucionó desde un simple indicador de la calidad hasta convertirse en una estrategia general para acelerar las mejoras y alcanzar niveles de desempeño sin precedentes enfocándose en las características críticas para los clientes, la identificación y eliminación de las causas de los errores o defectos en los procesos. (Evans & Lindsay, 2015)

### **Características de Six Sigma**

- Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo.
- Seis Sigma se apoya en una estructura directiva que incluye gente de tiempo completo.
- Entrenamiento
- Acreditación
- Orientada al cliente y con enfoque a los procesos.
- Seis sigma se dirige con procesos
- Seis Sigma se apoya en una metodología robusta.
- Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos.
- Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas.
- El trabajo por Six Sigma se reconoce.
- Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años
- Seis Sigma se comunica. (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

El objetivo de Six Sigma es lograr que los defectos por millón de oportunidades sean inferiores a 3,4 DPMO. Para conocer el nivel de sigma en la tabla 1 se muestra la relación entre el nivel de Six Sigma, los DPMO y el rendimiento del proceso.

**Tabla 1.- Niveles de Six Sigma**

<b>RENDIMIENTO (%)</b>	<b>NIVEL SIGMA</b>	<b>DPMO</b>
6.680	0,000	933200,0
30.850	1,000	691500,0
69.150	2,000	308500,0
93.320	3,000	66800,0
99.380	4,000	6200,0
99.977	5,000	230,0
9.999.966	6,000	3,4

**Fuente:** (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

## **2.3 Proceso**

Según la Norma (ISO 9000:2015, 2015) lo define como: “Un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”. Un proceso son las actividades que se llevan a cabo para obtener un producto o servicio, dentro de un proceso se necesitan varios recursos como son: personas, infraestructura, materias primas, insumos, etc.

### **2.3.1 Diagrama de flujo de procesos**






El diagrama de flujo debe ilustrar gráficamente los pasos que se deben seguir en un proceso, se debe tener claro cuál es objetivo principal al desarrollarse el diagrama de flujo, ya que puede ser para tener más claro el flujo de proceso o eliminar ineficiencias que no generan valor como: tiempo de recorrido, para resolver problemas de calidad o productividad.

### Los diagramas de flujo permiten:

- Mejoran las operaciones, combinándolas con otra parte del proceso.
- Una mayor simplificación del trabajo.
- Eliminar demoras.
- Una mejor distribución de la empresa y de sus procesos.
- Determina la posibilidad de hacer una combinación de la secuencia de las operaciones para una menor circulación física. (Luna González, 2015)

En la tabla 2, se presenta los siguientes símbolos del diagrama de flujo que se utilizan.

**Tabla 2.-** Simbología y definición del diagrama de flujo.

Actividad	Símbolo	Definición
Operación		Es cuando algo se está siendo creado, cambiado o añadido.
Inspección		Es cuando algo es revisado y verificado sin ser alterado en sus características.
Transporte		Actividad de mover de un lugar a otro.
Espera o demora		Etapas en que algo permanece sin movimiento o actividad, esperando que algo acontezca: también se le conoce como almacenamiento o archivo temporal.
Almacenamiento		Es almacenar o archivar algún bien con carácter temporal o definitivo.

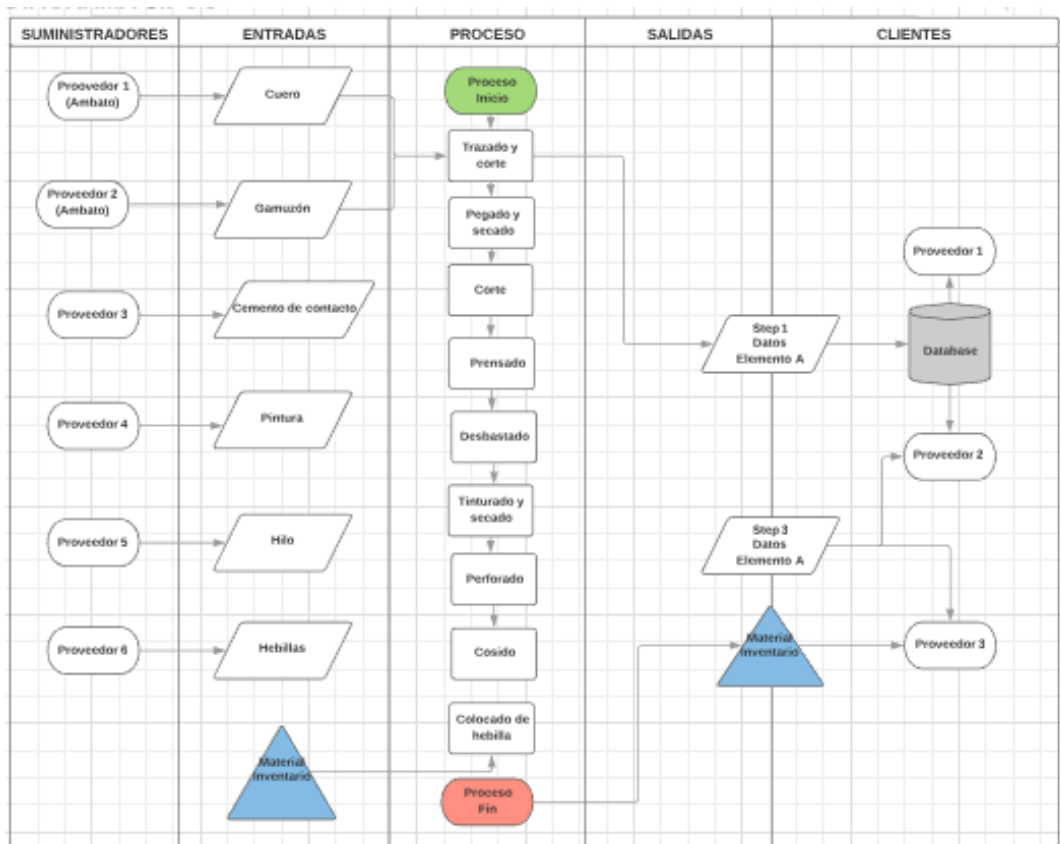
**Fuente:** (Luna González, 2015)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 2.3.2 Diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers)

Es un diagrama que permite analizar el proceso de una manera más detallada reconociendo al respectivo proveedor, así como también identificando todas las entradas y salidas del proceso, además determina los clientes vinculados a cada paso del proceso.

En la figura 1, se muestra un diagrama SIPOC.

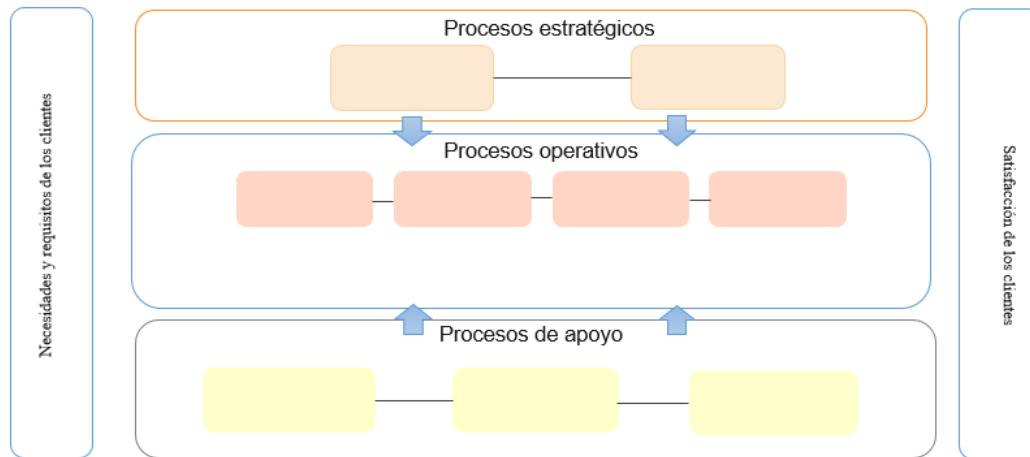


**Figura 1:** Diagrama SIPOC

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar (2020)

### 2.3.3 Mapa de procesos

A través del mapa de procesos se puede identificar las áreas de la empresa, en la que intervienen una serie de procesos, las cuales dan origen al producto final. En referencia a lo descrito, se puede identificar dentro de la Figura 2 el mapa de procesos.



**Figura 2:** Diagrama SIPOC

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar (2020)

(Pardo Álvarez, 2013), menciona los tres procesos distintos que intervienen en el mapa de procesos a continuación se detalla cada uno de ellos.

**Procesos estratégicos:** También denominados procesos de dirección, pues en ellos la dirección tiene un papel relevante. Suelen estar relacionados con la estrategia y su evolución, y con el control global de la organización. (Pardo Álvarez, 2013)

**Procesos operativos:** Mediante estos procesos la organización genera los productos y servicios que entrega a sus clientes. Su conjunto constituye la cadena de valor de la organización, lo que significa que un desajuste en los mismos puede tener repercusiones importantes en los resultados de la misma. (Pardo Álvarez, 2013)

**Procesos de apoyo:** Se los designa también como procesos de soporte, de ayuda o de apoyo. Estos procesos dan apoyo a los estratégicos, a los específicos o a otros de soporte. (Pardo Álvarez, 2013)



## **2.4 Combinación de Lean Six Sigma**

A finales de 1990, tanto AlliedSignal y Maytag independientemente diseñaron programas que combinan aspectos de ambos Lean y Six Sigma. Cruzaron empleados formados en las dos metodologías, crearon marcos de proyectos que combinan las dos técnicas. (Wiesenfelder, 2018)

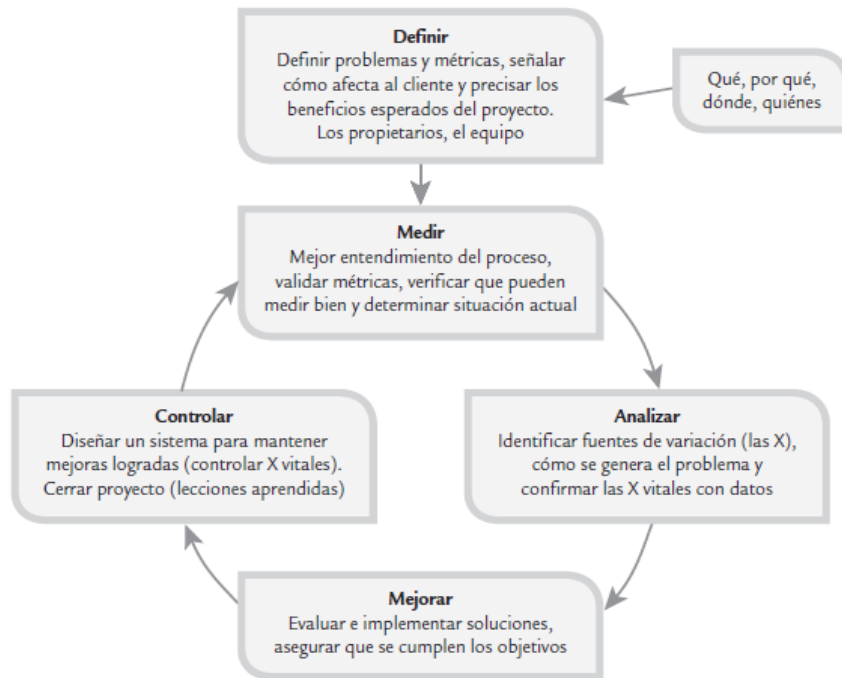
Lean Six Sigma se centra en la eliminación o en la reducción a largo plazo de tres obstáculos que debe evitar la productividad en cualquier área de la empresa: La sobrecarga, los residuos y la variabilidad. Lo que permite aumentar la velocidad y la calidad, y conseguir que cualquier proceso sea más ágil, productivo y rentable. (Socnini & Reato, 2019)

La integración de estas dos metodologías Lean y Six Sigma son dos estrategias de calidad para incrementar el rendimiento en los procesos, permitiendo a las empresas superar sus debilidades obteniendo productos finales con alta calidad y sobre todo lograr una lealtad del cliente. Generando ahorros a las organizaciones mediante varias herramientas y métodos que permitan eliminar desperdicios y reducir la variabilidad en los procesos.

La meta de Lean Six Sigma son la satisfacción del cliente y la calidad del producto o servicio, aumentando la producción y disminuyendo costos. Esta herramienta se lleva a cabo utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar).

### **Metodología DMAIC**

Según (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013) Los datos por sí solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. En 6s los proyectos se desarrollan en forma rigurosa con la metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (en inglés DMAIC: Define, Measure, Analyze, Improve and Control). En la figura 3 se detallan brevemente las fases de la metodología DMAIC



**Figura 3:** Las cinco fases de la metodología DMAIC

**Fuente:** (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

DMAIC es una herramienta metodológica utilizada para dar soluciones a problemas, obteniendo una mejora continua en sus procesos. Con cada una de sus cinco fases (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) que están interconectadas y que se debe seguir un orden para tener mejoras en la organización. A continuación se describen las cinco fases a realizar de la metodología DMAIC.

#### 2.4.1 Definir

En esta fase se desarrollan las líneas bases del proyecto como: título del proyecto, el problema principal de la organización, objetivo, metas, variables del proceso, actividades del proceso, las personas que intervengan en este y cualquier otra información que sea necesaria para medir el éxito de este proyecto.

Las herramientas que se proponen en esta fase son: Project Charter, flujogramas, mapas de procesos, SIPOC.

#### **2.4.2 Medir**

Durante esta fase se identifican las principales causas del problema los cuales ocasionan características críticas para la calidad del producto o servicio, es decir que se encuentran fuera del margen de tolerancia.

Las herramientas que se proponen en esta fase son: Diagrama entrada-proceso-salida, análisis de capacidad de proceso y gráficos de control.

#### **2.4.3 Analizar**

En esta fase busca identificar los datos obtenidos para determinar cuáles son las causas principales del mal funcionamiento de los procesos, así entender porque se generaron hasta llegar a su causa principal.

Las herramientas que se proponen en esta fase son: Diagrama de causa efecto y diagrama de Pareto.

#### **2.4.4 Mejorar**

El objetivo de esta fase se propone e implementa posibles soluciones al problema detectado asegurando que se corrija o reduzca el problema.

Las herramientas que se proponen en esta fase son: lluvia de ideas, técnicas de creatividad, hojas de verificación, las 5's y estandarización de procesos.

### **2.4.5 Controlar**

En esta última fase se diseña un plan de control que garantice que los cambios alcanzarán mejoras y estas se mantengan en un largo tiempo, en esta fase es necesario establecer tres niveles de control como: estandarización del proceso, documentación y monitoreo.

Las herramientas que se proponen en esta fase son: gráficas de control, herramientas como las 5S y gerencia visual.

## **2.5 Herramientas estratégicas de la metodología DMAIC**

A continuación se detallan las herramientas de la metodología Lean Six Sigma.

### **2.5.1 Project Charter**

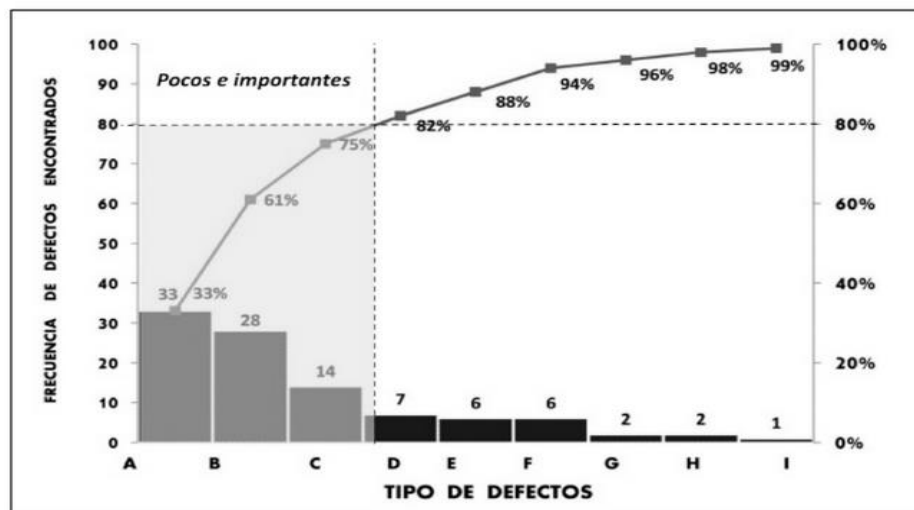
Project Charter o también llamado Acta de constitución de un proyecto, es una herramienta crucial para el desarrollo de un proyecto, donde se detallan todos los puntos fundamentales del mismo. En esta acta se delimita el alcance, la asignación de responsables, se definen los objetivos y con este documento se autoriza formalmente el inicio del proyecto.

### **2.5.2 Diagrama de Pareto**

El diagrama de Pareto consiste en una representación gráfica, similar a un histograma, de las posibles causas de problemas ordenadas según frecuencias (de mayor a menor), las cuales permiten identificar y priorizar las que tienen mayor probabilidad de haber ocurrido y descartar aquellas que tienen menos probabilidad de haber sido las causas reales.

El diagrama de Pareto, también conocido como regla 80:20 según la cual, en cualquier grupo de factores o posibles causas que contribuyen a un mismo efecto, solo una pequeña parte (alrededor del 20%), denominados “pocos y vitales” son los causantes de la mayor parte de dicho efecto frente al resto, denominados “pocos y triviales”. (López Lemos, 2016)

El objetivo primordial del diagrama de Pareto es priorizar y señalar el grado de importancia de los procesos, de tal manera se tomará acciones correctivas que facilite una correcta toma de decisiones para la mejora en la organización. En la figura 4, se representan tipos de defectos de un producto y la frecuencia con la que aparecen.



**Figura 4:** Diagrama de Pareto

**Fuente:** (López Lemos, 2016)

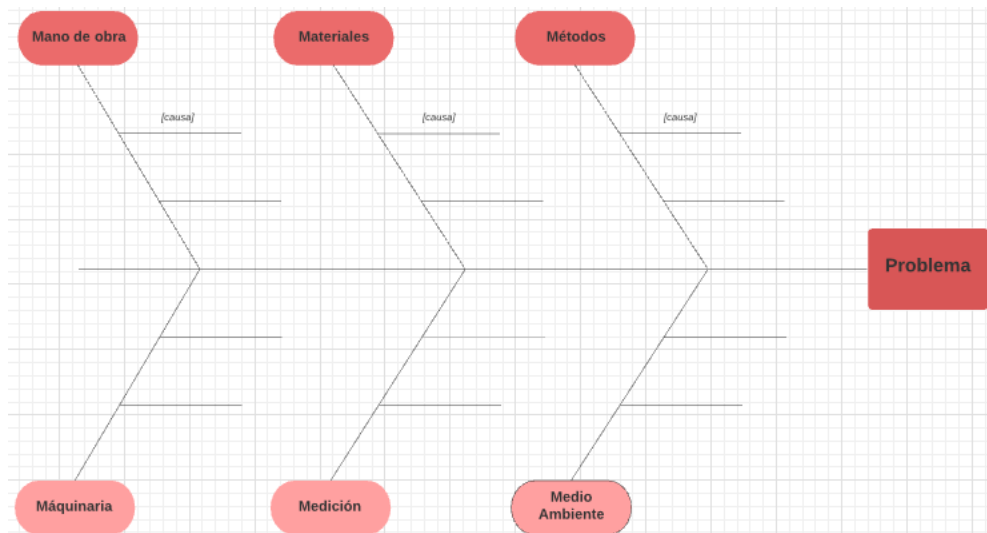
### 2.5.3 Diagrama de Ishikawa (Causa-Efecto)

El objetivo de esta herramienta (también llamada diagrama causa efecto o diagrama en forma de pescado) es investigar y clasificar por familia las de un problema (mano de obra, métodos, medio ambiente, materias primas, maquinaria y mediciones). También es una excelente herramienta de comunicación para explicar un fenómeno. (Gillet Goinard, 2015)

- **Mano de obra:** Competencia, motivación, u otros aspectos similares de la persona que realiza la actividad, para que pueda estar calificado en el trabajo.
- **Medio ambiente o entorno:** Es el ambiente de trabajo, por ejemplo: iluminación, ambiente, la cual busca los medios apropiados para mejorar el medio ambiente laboral.

- **Materia prima:** Lo que se proporciona para trabajar y que después se transforma, lo que proviene de los proveedores.
- **Máquina:** Máquinas, material, sistema de información para realizar tareas o producir.
- **Método:** La forma de hacer la labor o el procedimiento
- **Mediciones:** Tener una visión del control de calidad a largo y corto plazo.

En la figura 5 tenemos el Diagrama de Ishikawa (o de causa-efecto) con sus principales categorías.



**Figura 5:** Diagrama de Ishikawa

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar (2020)

#### 2.5.4 5'S

Las 5 S constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para

así mantener sus beneficios a largo plazo. (Socconini L. V., Lean Manufacturing: paso a paso, 2019). En la figura 6 se muestra los pasos para realizar la metodología 5'S



**Figura 6:** Pasos para realizar la metodología 5'S

**Fuente:** (Socconini L. V., Lean Manufacturing: paso a paso, 2019)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### **2.5.5 Control Visual (Andon)**

Andon es una señal que incorpora elementos visuales, auditivos y de texto que sirven para notificar problemas de calidad o paros por ciertos motivos. (Socconini L. V., Lean Manufacturing: paso a paso, 2019). Es un sistema de comunicación efectivo y rápido para mostrar y actuar en el instante en el proceso de manufactura.

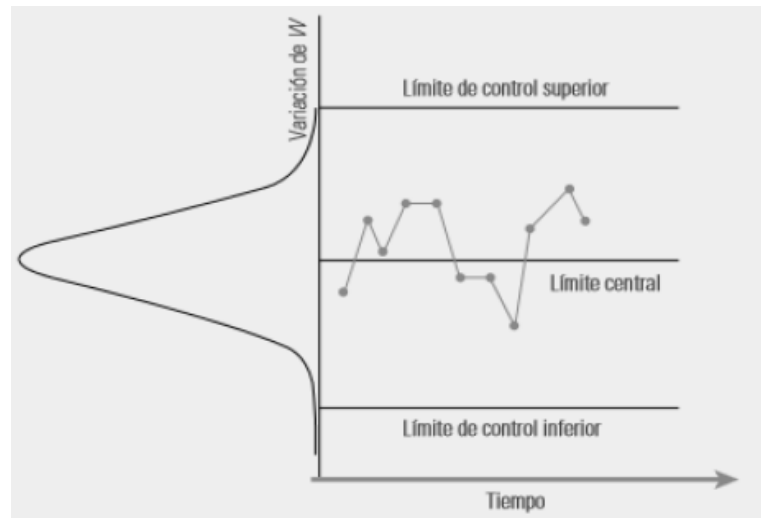
### **2.5.6 Gráficas de control**

Es un método de comparar información basada en muestras representativas del estado actual de un proceso, frente a límites establecidos después de considerar la variabilidad inherente del servicio. Su utilización principal es servir como medio para evaluar si un proceso de fabricación o un proceso administrativo se encuentran o no en un “estado de control estadístico”. (Florez Ramirez, Florez Rendon, & Cogollo Florez, 2019)

#### **Elementos de un gráfico de control**

Un gráfico o carta de control representan el estado de un proceso y el nivel de control en el que se encuentra. Un gráfico de control se compone de tres líneas en el cual, la línea central se denomina Límite Central de Control (LCC). A estas líneas se encuentran las otras dos denominadas

Límite Superior de Control (LSC) y Límite Inferior de Control (LIC). A continuación en la figura 7 se representa un ejemplo de un gráfico de control.



**Figura 7:** Elementos básicos de una gráfica de control

**Fuente:** (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

### 2.5.7 Hoja de control

La hoja de control sirve principalmente para tomar ordenadamente los datos necesarios para inspeccionar, verificar y examinar las piezas y localizar defectos o errores. Tienen un papel fundamental de cara a la mejora de la calidad. (Luque Romera , 2018)

**Tabla 3.-** Ejemplo hoja de control

Hoja de control							
Nro.	Defectos	Frecuencia					Total
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día5	
1	Variabilidad de tallas	II	III	III	I	III	14
2	Malos cortes	III	III	III	III	II	16
3	Pieza deforme	II	III	III	III	II	14
4	Manchas	III	III	III	III	III	17
5	Otros	I	III	II	II	I	9
<b>Total</b>		11	16	18	13	12	70

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar (2020)



### **2.5.8 Trabajo estandarizado**

La estandarización es la herramienta que permite definir un criterio óptimo a la ejecución de una determinada tarea u operación. El trabajo estandarizado de acuerdo con (Cudney, Furterer, & Dietrich, 2014) establece una rutina de tareas repetitivas, facilita la gestión de la asignación de recursos y proporciona una base para la mejora, definiendo el proceso normal y destacando las áreas a mejorar.

#### **Características**

- Descripciones claras y simples de los métodos para producir las cosas.
- El punto de partida debe hacerse de mejoras hechas con las mejores técnicas y las herramientas más acertadas en cada caso.
- Garantizar el cumplimiento.

### **2.5.9 Población y muestra**

Según (Diz Cruz, 2016) define a continuación población y muestra.

**Población:** El total de objetos, entes siendo estudiados o investigados. A veces se le llama colectivo.

**Muestra:** Un grupo de objetos seleccionados de la población. Es un subconjunto de la población.

### **2.5.10 Índices de capacidad de procesos**

Los procesos tienen variables de salida o de respuesta, las cuales deben cumplir con ciertas especificaciones a fin de considerar que el proceso está funcionando de manera satisfactoria. Evaluar la habilidad o capacidad de un proceso consiste en conocer la amplitud de la variación

natural de éste para una característica de calidad dada, lo cual permitirá saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria. (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

### 2.5.10.1 Índice Cp

El índice de capacidad potencial del proceso, Cp, se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

**Donde:**

$\sigma$  : Representa la desviación estándar del proceso

**ES y EI:** Son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad.

Para una mayor interpretación en la siguiente tabla 4 se presentan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice Cp.

**Tabla 4.- Interpretación de valores Cp**

Valor del índice Cp	Categoría del proceso	Decisión (si el proceso está centrado)
$C_p \geq 2$	Clase mundial	Se tiene calidad Seis Sigma.
$C_p > 1.33$	1	Adecuado.
$1 < C_p < 1.33$	2	Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.
$0.67 < C_p < 1$	3	No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
$C_p < 0.67$	4	No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.

**Fuente:** (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

**Elaborado:** Valeria Benalcázar

## **CAPÍTULO III**

### **3 ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA**

#### **3.1 Caracterización general de la empresa**

##### **3.1.1 Antecedentes de la empresa**

La empresa Tejidos Parwall se dedica a la producción y comercialización de prendas de vestir, el cual tiene como objetivo principal la venta al por mayor dentro y fuera del país; dedicándose a la confección de Licras, Ponchos, Chalitas y Sacos de lana para mujer.

Fue creada por el Sr. Luis Paredes lleva una trayectoria de 10 años en el mercado la cual se ha caracterizado por su seriedad, puntualidad y calidad de sus productos textiles. Comenzó como un pequeño taller que realizaba sacos para mujer, pero con el tiempo incursiona en la producción en línea. Satisfaciendo por completo las necesidades y expectativas de sus clientes.

Entonces tomo la decisión de incrementar su empresa, por lo que decidió implementar el proceso de tinturado de lana, ya que este se realizaba fuera de la empresa, así tener mayor control en el proceso de tinturado. Ganando la confianza y fidelidad de sus clientes en su totalidad y de esta manera seguir elevando su competitividad a nivel regional, nacional e internacional.

##### **3.1.2 Misión**

Ser una empresa responsable que cumple a cabalidad con las necesidades y exigencias de nuestros clientes y de esta manera seguir elevando nuestra competitividad a nivel regional, nacional e internacional.


### 3.1.3 Visión

Posicionarnos a nivel regional, nacional e internacional como la marca líder, especialista y vanguardista en el desarrollo de productos textiles manteniendo siempre la expectativa y satisfacción en nuestros clientes.

### 3.1.4 Datos generales

La empresa Tejidos Parwall está ubicada en la ciudad de Atuntaqui, inició sus actividades en mayo del 2009. Tiene como objetivo confeccionar y comercializar sacos de lana de mujer, licras, ponchos y chalinas, generando ingresos en la empresa. En la Tabla 5, se detalla de manera general la siguiente información:

**Tabla 5.- Datos generales**

<b>Datos Generales</b>	
<b>Razón social</b>	Tejidos Parwall
<b>RUC</b>	1002074050001
<b>Representante legal</b>	Luis Paredes
<b>Número de empleados</b>	11
<b>Ubicación</b>	
<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Cantón</b>	Antonio Ante – Atuntaqui
<b>Dirección</b>	Rocafuerte 12-69 y Bolívar
<b>Teléfono</b>	0980256024
<b>Ubicación geográfica</b>	

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2020)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### **3.1.5 Valores**

La Organización sustenta su accionar en función a los siguientes valores:

#### **➤ Respeto**

Respetamos y valoramos a todas las personas en la empresa, por ello cumplimos con las normas y políticas internas, velando por el buen clima laboral.

#### **➤ Calidad**

Buscamos la calidad integral de nuestros colaboradores, procesos y productos, de acuerdo con las actuales exigencias del mercado.

#### **➤ Innovación**

Somos abiertos a los cambios, buscamos la mejora continua y diferenciación competitiva a partir de la investigación, análisis y creatividad.

#### **➤ Trabajo en Equipo**

Ponemos a disposición del equipo nuestra confianza, talentos y entusiasmo para alcanzar los objetivos comunes con resultados superiores.

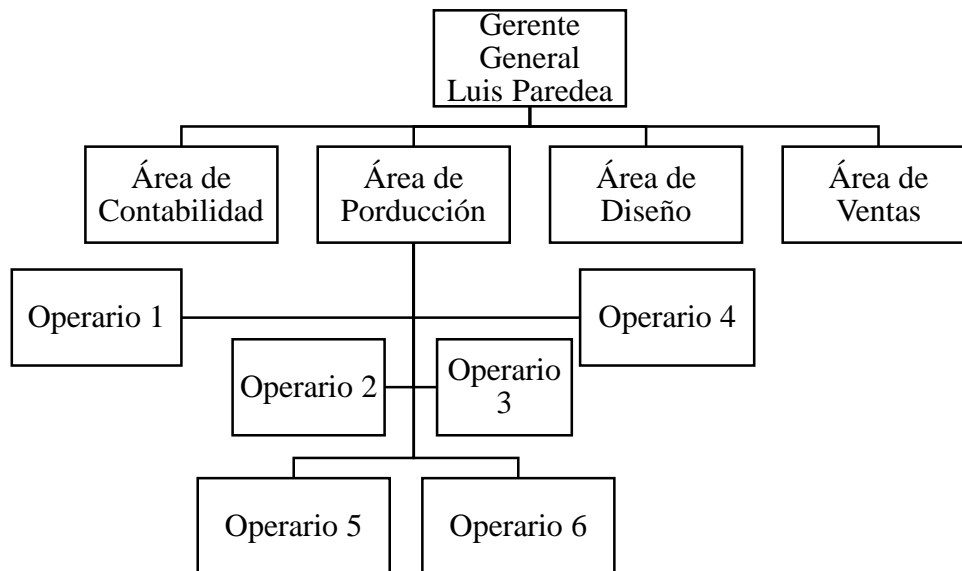
#### **➤ Responsabilidad Social**

Estamos comprometidos con el uso racional y responsable de los recursos, generando productos que mejoren la calidad de vida de nuestros colaboradores, clientes, sociedad y el cuidado del medio ambiente, a través del crecimiento económico y competitividad de nuestra empresa.

### **3.1.6 Organigrama**

El Organigrama Estructural, Figura 8 muestra en orden jerárquico de los distintos integrantes de la empresa Tejidos Parwall; a continuación, se describe brevemente las funciones que desempeñan cada uno de ellos.

- Gerente General: es el encargado de supervisar los procesos de producción, también es el encargado de mantener buenas relaciones con los clientes y buscar nuevos proveedores de materia prima.
- Contador: es la encargada de realizar los registros contables, prepara y presenta informes sobre la situación financiera.
- Jefe de Producción: supervisa a los obreros y controla los procesos de producción y garantiza la calidad de la producción y el cumplimiento de entrega.
- Diseñador: realiza el diseño de las prendas de vestir.
- Operadores: son las encargadas de confeccionar las prendas de vestir, las cuales están distribuidos en diferentes áreas de producción.
- Jefe de Ventas: es la persona encargada del control de pedidos, cobro y venta.



**Figura 8:** Organigrama estructural Tejidos Parwall

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2020)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 3.1.7 Proveedores

La empresa Tejidos Parwall tiene una variedad de proveedores para la adquisición de materias primas e insumos para la fabricación de sus productos, en la Tabla 6 se detalla la lista de los principales proveedores para el producto de la investigación.

**Tabla 6:** Proveedores de la empresa Tejidos Parwall

Proveedores	Producto
Comercial Vallejos	Hilos para la confección
Delltex	Hilo procesado
Casatex	Hilo terminado
Distribuidora J yF	Hilos, botones
Nortextil	Botones

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2020)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 3.1.8 Volumen de producción

La Empresa Tejidos Parwall cuenta con una capacidad de producción de 1800 prendas mensuales, entre estas prendas están: leggings, ponchos, chalinas y sacos de lana de mujer. En la tabla 7, se detalla la capacidad de producción de cada una de sus productos.

**Tabla 7:** *Volumen de producción*

<b>Producto</b>	<b>Número de prendas/pedido</b>
Leggins	340
Ponchos	260
Chalinas	360
Sacos de lana de mujer	840
<b>Totales</b>	<b>1800</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2020)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 3.2 Procesos

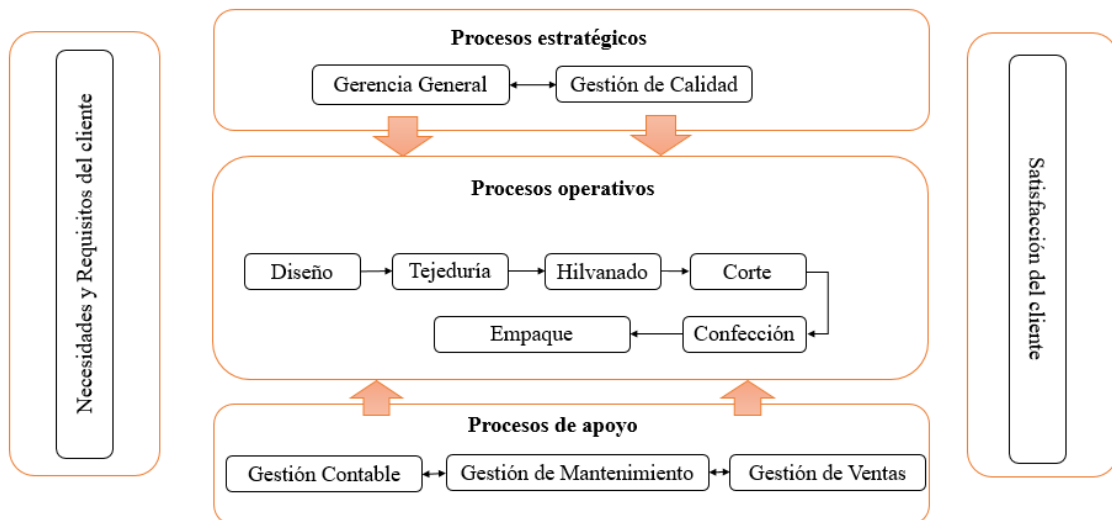
Mediante un análisis a los procesos que intervienen en la producción de sacos de lana para mujer, se procede a realizar el diagrama de los procesos involucrados. A continuación, se ilustra el mapa de procesos.

#### 3.2.1 Mapa de procesos

A través del mapa de procesos podemos conocer cómo se llevan a cabo los trabajos actualmente en las áreas de la empresa Tejidos Parwall. Así analizar los pasos del proceso para reducir el ciclo de tiempo o aumentar la calidad. En la Figura 9, se puede identificar el mapa de procesos desarrollado.



- **Procesos estratégicos:** se encuentran los procesos de gestión, los cuales son responsables de la toma de decisiones, se encargan de planificar y dirigir las actividades que se realizan en la empresa.
- **Procesos operativos:** son los que tienen contacto directo con el cliente, a partir de los cuales el cliente percibirá y valorará la calidad del producto que brinda la empresa, entre los cuales se puede distinguir: Diseño, tejeduría, hilvanado, corte, confección y empaqueo.
- **Procesos de apoyo:** los mismos que se encargan de proveer a la organización de todos los recursos necesarios y soporte de la empresa. Estos son: Gestión contable, mantenimiento y ventas.



**Figura 9:** Propuesta mapa de procesos Tejidos Parwall

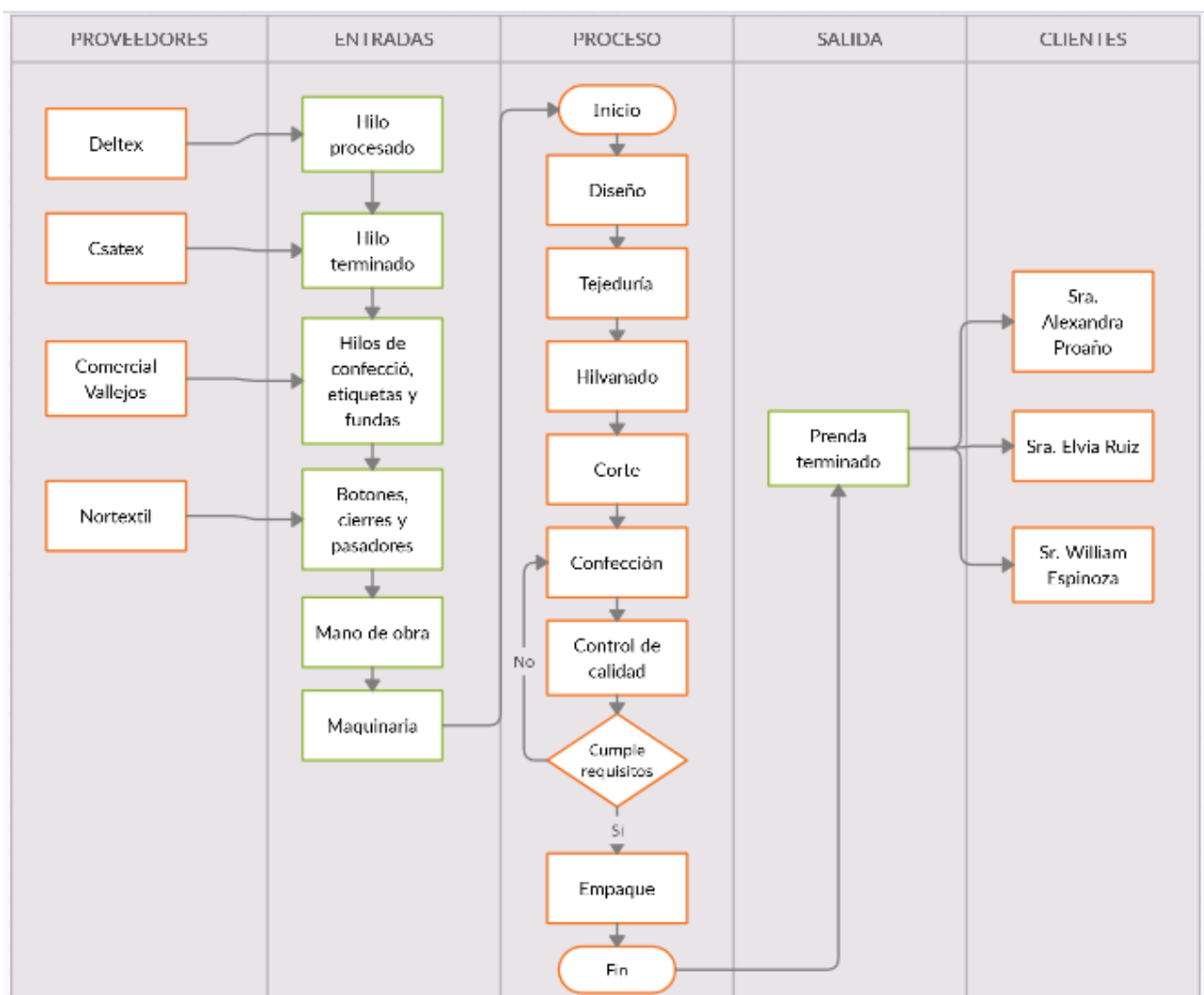
**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2020)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 3.2.2 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC se realizó con el fin de conocer de una manera más detallada los procesos, para identificar a los proveedores, las entradas, el proceso de confección de los sacos de lana de mujer, los productos obtenidos de este proceso y sus principales clientes potenciales que tiene la empresa.

En la figura 10, se ilustra el diagrama SIPOC de la empresa Tejidos Parwall.



**Figura 10:** Diagrama SIPOC

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2020)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### **3.2.2.1 Descripción del proceso**

El diagrama SIPOC muestra la secuencia que sigue cada uno de los subprocesos incluyendo los puntos de control.

#### **3.2.2.1.1 Diseño**

En este proceso, el diseñador es el encargado de realizar el diseño de acuerdo con lo solicitado por el cliente, haciendo uso del software Adobe Ilustrador. En la figura 11 se muestra al operador en su área de trabajo.



**Figura 11:** Máquina Universal galga

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

#### **3.2.2.1.2 Tejeduría**

En esta sección se realiza el tejido del saco en piezas como el delantero, mangas, espalda, cuello, vinchas y accesorios de los sacos, este proceso se realiza en la máquina universal galga. En la figura 12 se muestra la máquina realizando su operación.



**Figura 12:** Máquina Universal galga

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

#### **3.2.2.1.3 Hilvanado**

En este proceso la operaria realiza una costura a mano que cumple la función de sujetar las piezas para luego realizar el planchado. En la figura 13 se muestra al operario realizando la actividad del hilvanado.





**Figura 13:** Proceso de hilvando

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

#### **3.2.2.1.4 Corte**

En este proceso una vez obtenido el hilvanado de cada tejido se procede a realizar el vaporizado y planchado para que las lanas tomen consistencia y firmeza para eliminar las arrugas. También proceso las operarias dan la talla solicitada y cortan los modelos según las medidas establecidas y diseño del saco. En la figura 14 se muestra al operario realizando el corte y planchado.

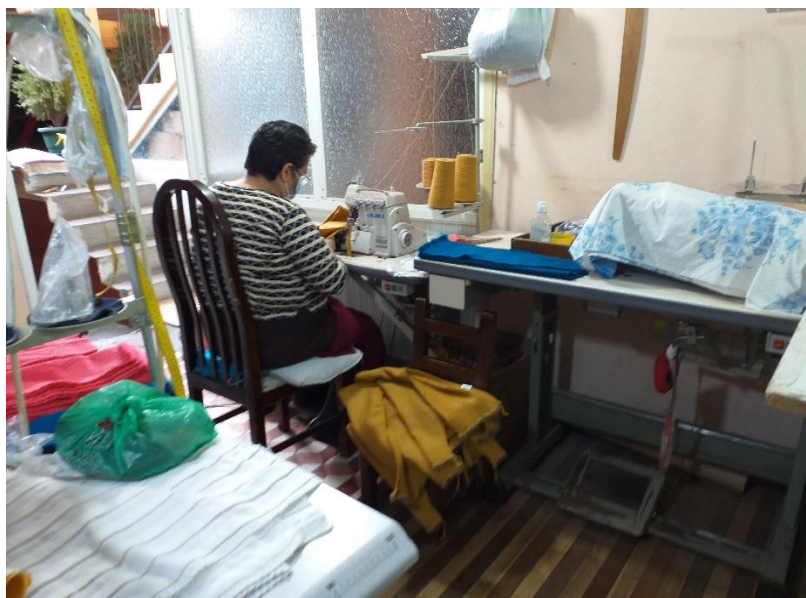


**Figura 14:** Planchado y corte de piezas

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

#### 3.2.2.1.5 Confección

Se ensamblan las piezas y se da forma al saco, también en este paso se coloca el instructivo de lavado y código de la prenda. En la figura 15 se muestra al operario realizando el ensamble de las piezas.



**Figura 15:** Proceso de confección

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

#### **3.2.2.1.6 Empacado**

Una vez confeccionados los sacos son llevados al área de empaque, donde se realiza el último control de calidad de la prenda. Toda prenda que llega a esta sección son reprocesadas, en cambio las que pasaron la verificación sin errores son planchadas y empacadas individualmente, para posteriormente almacenarlas y ser despachadas al cliente. En la figura 16 se muestra al operario empacando el producto terminado.



**Figura 16:** Prenda lista para ser empacada






**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

### **3.2.3 Diagrama de procesos**

#### **3.2.3.1 Diagrama del proceso de tejeduría**

A continuación, en la Tabla 8 se muestra el diagrama del proceso de tejeduría, con las distancias y tiempos de cada actividad.

**Tabla 8.- Diagrama del proceso de tejeduría**

Diagrama de procesos en función de las actividades de tejeduría								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Transportar Insumos a la máquina tejedora	6	0,25					
2	Colocar los conos de hilos en la máquina		0,1					
3	Seleccionar el programa a tejer		5					
4	Tejer frente		22					
5	Tejer mangas		9					
6	Tejer espalda		4					
7	Tejer vinchas		4					
8	Transportar las piezas ha hilvanado	4	0,13					
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>44,48</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar






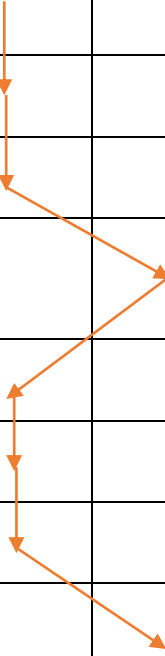
En la Tabla 8 se puede observar que las ocho actividades que involucran el proceso de tejeduría, seis son de operación y una de transporte. La actividad que demanda mayor tiempo es tejer frente con un tiempo igual a 22 (min), debido a que en este proceso se realiza en una maquinaria y depende más del diseño.



### 3.2.3.2 Diagrama del proceso de hilvanado

A continuación, en la Tabla 9 se muestra el diagrama del proceso de hilvanado, con las distancias y tiempos de cada actividad.

**Tabla 9.- Diagrama del proceso de hilvanado**

Diagrama de procesos en función de las actividades de hilvanado								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Hilvanado de mangas		0,15					
2	Hilvanado de frente		0,1					
3	Hilvanado de espalda		0,22					
4	Transportar al área de planchado	8	0,3					
5	Planchado de mangas		0,32					
6	Planchado de frente		0,4					
7	Planchado de espalda		0,6					
8	Transportar piezas a corte	6	1					
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>3,09</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)






**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 9 se puede observar que las ocho actividades que involucran el proceso de hilvanado, cinco son de operación y dos de transporte y la actividad que demanda mayor tiempo es planchado de frente con un tiempo igual a 0,4 (min), este tiempo depende de la habilidad del operario.

### 3.2.3.3 Diagrama del proceso de corte

A continuación, en la Tabla 10 se muestra el diagrama del proceso de corte, con las distancias y tiempos de cada actividad.

**Tabla 10.- Diagrama del proceso de corte**

Diagrama de procesos en función de las actividades de corte								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recepción del trazo y corte	10	0,35	↓				
2	Tendido de papel en la mesa		0,23	↓				
3	Tendido de las piezas		0,4	↓				
4	Pegar el trazo sobre la pieza		0,29	↓				
5	Cortar Piezas		35,45	↓				
6	Clasear y amarrar las piezas		10,8	↓				
7	Limpieza de área de corte	2,3	1.23	↓				
8	Transporte de piezas a confección	8	0,45		↘			
<b>Total</b>		<b>20,3</b>	<b>49,2</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

















**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 10 se puede observar que las ocho actividades que involucran el proceso de corte, siete son de operación y una de transporte. La actividad que demanda mayor tiempo es cortar con un tiempo igual a 35,45 (min), este tiempo depende de la habilidad del trabajador.

### 3.2.3.4 Diagrama del proceso de confección

A continuación, en la Tabla 11 se muestra el diagrama del proceso de confección, con las distancias y tiempos de cada actividad.

**Tabla 11.- Diagrama del proceso de confección**

Diagrama de procesos en función de las actividades de confección								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recepción de orden de producción	5	0,2					
2	Transporte de insumos de confección	3	0,28					
3	Unir hombros		1,5					
4	Pegado de mangas		2,8					
5	Cerrado del saco		4,5					
6	Pegado del cuello		0,87					
7	Atracado de cadenas		0,65					
8	Pegado de botones		2,3					
9	Rematado de hebras		0,7					
10	Colocación de etiqueta		0,34					
11	Transportar a empaque	4	0,56					
<b>Total</b>		<b>12</b>	<b>14,7</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: (Tejidos Parwall, 2021)






Elaborado por: Valeria Benalcázar

En la Tabla 11 se puede observar que las once actividades que involucran el proceso de confección, nueve son de operación y dos de transporte y la actividad que demanda mayor tiempo es cerrado del saco con un tiempo igual a 4,5 (min), debido a que la operaria debe realizar algunos cambios por defectos en las piezas del saco.

### 3.2.3.5 Diagrama del proceso de empaque

A continuación, en la Tabla 12 se muestra el diagrama del proceso de empaque, con las distancias y tiempos de cada actividad.

**Tabla 12.- Diagrama del proceso de empackado**

Diagrama de procesos en función de las actividades de Empacado								
N°	Descripción	Distancia (m)	Tiempo (min)	Símbolos				
				Operación	Transporte	Demora	Inspección	Almacenamiento
								
1	Recepción de prendas terminadas		0,1					
2	Planchado final		0,16					
3	Empacar		0,27					
4	Transportar al almacenamiento	10	0,38					
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>1,55</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la tabla 12 se aprecian cuatro actividades que se realizan en el proceso de empaque, de las cuales tres son de operación, un transporte y la actividad que demanda mayor tiempo es empacar con un tiempo igual a 0,27 (min), en esta actividad depende de la habilidad del trabajador.

## 3.3 Problemática actual de la empresa

Para identificar cuáles son las causas principales existentes durante el proceso productivo de los sacos se realizó una entrevista con el jefe de producción al Sr. Luis Paredes, con cada uno de

los representantes encargados de las diferentes áreas de producción como son: corte y confección. También con la observación realizada en el proceso, al igual los operarios supieron manifestar las causas que se originan en los diferentes procesos productivos. Ver Anexo 1

➤ **Proceso de Corte**

- 1.- Mala colocación del trazo
- 2.- Defecto por trazo mal realizado
- 3.- Mala colocación de las piezas de tejido
- 4.- Fallas de tejido
- 5.- Falla en corte

➤ **Proceso de confección**

- 1.- Variabilidad de tallas
- 2.- Fallas al unir cuellos
- 3.- Defectos de costura en ensamble del saco

### **3.4 Matriz de priorización**

Esta herramienta se utiliza para establecer la prioridad entre varias alternativas planteadas en el punto 3.3, se realizó la matriz de priorización, donde se detallan las problemáticas obtenidas sobre la base de ponderación en función de criterios de valoración que serán relevantes y representan mayor interés con los problemas planteados referentes a (Producción - Calidad - Tiempo de entrega – Costo). (Chimbay, 2017). En la Tabla 13 se muestra los puntajes de los criterios de valoración para realizar la matriz de priorización.

**Tabla 13.-** *Criterios de valoración para la matriz de priorización*

Descripción	Valor
No existe relación	1
Muy poca relación	2
Relación moderada	3
Alto grado de relación	4

**Fuente:** (Chimbay, 2017)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Con los valores mencionados en la tabla 13 se realizó la matriz de priorización que se indica a continuación en la tabla 14.

**Tabla 14.-** *Matriz de priorización*

Nº	Descripción	Proceso	Criterios				Puntaje total
			Producción	Calidad	Tiempo de entrega	Costo	
1	Mala colocación del trazo	Corte	3	1	2	3	2,25
2	Defecto por trazo mal realizado	Corte	3	1	1	2	1,75
3	Mala colocación del tejido	Corte	4	3	3	3	3,25
4	Fallas de tejido	Corte	4	3	2	2	2,75
5	Variabilidad de tallas	Confección	4	2	3	3	3
6	Fallas de corte	Confección	4	3	3	3	3,25
7	Fallas al unir cuellos	Confección	3	2	3	3	2,75
8	Defectos de costura en ensamble del saco	Confección	4	4	3	3	3,5

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Con los resultados obtenidos en la matriz de priorización que se indica en la tabla 14 se pudo identificar los procesos más críticos que pertenecen a las áreas de corte y confección de la empresa. Por ende, el proyecto de la propuesta de aplicación de la metodología Lean Six Sigma estará direccionado en las áreas ya mencionadas, a causa de los problemas más críticos por las siguientes

razones: Mala colocación del tejido con un puntaje total de 3,25, Variabilidad de tallas con un puntaje total de 3, Fallas de corte con un puntaje total de 3,25 y Defectos de costura en ensamble del saco con un puntaje de 3,5.

### 3.5 Metodología DMAIC

A continuación se desarrollará la metodología DMAIC, donde se utilizará las tres primeras fases para identificar la situación actual de la empresa, las dos siguientes fases se realizarán en el Capítulo IV.

#### 3.5.1 Fase Definir

En esta primera fase, lo primero que se desarrolló una investigación de campo para establecer el Project Charter o acta de constitución de la investigación.

##### 3.5.1.1 Project Charter

En la Tabla 15 se muestra el acta de constitución del proyecto a realizar en la empresa “Tejidos Parwall”

**Tabla 15.- Acta de constitución del proyecto**

<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</b>			
<b>Proyecto:</b>	Mejorar la eficiencia de los procesos productivos en la empresa “Tejidos Parwall”		
<b>Equipo de trabajo</b>		<b>Partes interesadas</b>	
<b>Rol</b>	<b>Nombre</b>	<b>Rol</b>	<b>Nombre</b>
Investigadora	Valeria Benalcázar	Gerente	Luis Paredes
Jefe de corte	María Vásquez	Investigadora	Valeria Benalcázar
Jefe de confección	Eduardo Paredes		
<b>Problema</b>	En la empresa se presenta muchos defectos en el proceso productivo de sacos, por tal motivo no se cumplen con la calidad deseada por el cliente.		
<b>Objetivo</b>	Mejorar la eficiencia del proceso productivo de sacos en la empresa “Tejidos Parwall” aplicando la metodología Lean Six Sigma para reducir los defectos y fallas.		

Alcance del proyecto	Reducir los defectos o fallos en los sacos para mujer en la empresa Tejidos Parwall. Además, se pretende alcanzar un excelente compromiso que implica a toda la organización. Así obtener un nivel de calidad competitivo y satisfacer las exigencias de los clientes.		
	Plan del proyecto		
Etapas	Inicio	Fin	
Definir	16/11/2020	30/12/2020	
Medir	1/1/2021	20/1/2021	
Analizar	21/1/2021	8/2/2021	
Mejorar	8/2/2021	27/2/2021	
Controlar	27/2/2021	13/3/2021	

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar (2021)

En el acta de constitución del proyecto que se muestra en la tabla 15, se delimitó el proyecto, con la asignación de equipos de trabajo y partes interesadas, el problema principal, el objetivo que tiene este proyecto y el alcance. De esta manera se autoriza formalmente el inicio del proyecto.

### **3.5.2 Fase Medir**

En esta fase se aplicaron cartas de control iniciales en el proceso de corte y confección para identificar la estabilidad del proceso, también se realizó un análisis de la capacidad del proceso en las mismas áreas de producción.

#### **3.5.2.1 Población y muestra**

##### **3.5.2.1.1 Determinación de la población**

Para identificar el tamaño de la población se realizó una entrevista al encargado de ventas, el cual nos supo manifestar que corresponde a 840 unidades de sacos para mujer mensuales, se realizó el respectivo cálculo para las 4 semanas laborables del mes, dado como resultado a 210 unidades y de estas se dividen en 2 tallas que son distribuidas de la siguiente manera.



**Tabla 16.- Producción semanal por tallas.**

<b>Tallas</b>	<b>Producción semanal</b>
S	100
M	110
<b>Total</b>	<b>210</b>

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### **3.5.2.1.2 Cálculo de la muestra**

Se determinó un muestreo por subgrupos para las tallas S y M, para el cálculo del número de muestras correspondiente para cada talla se realizó con la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2(N-1) + \sigma^2 Z^2} \quad (1)$$

**Dónde:**

Se consideró un nivel de confianza del 95% y un error muestra del 5%.

**N=** 100; 110

**Z=** 1,96 es el valor constante para el nivel de confianza de 95%

**σ=** 0,5 un valor constante debido a que se desconoce la desviación estándar de la población.

**e =** 0,05

**Reemplazo de valores talla S**

$$n = \frac{100(0,5)^2(1,96)^2}{(0,05)^2(100 - 1) + (0,5)^2(1,96)^2}$$

$$n = 79,5$$

Una vez reemplazado los valores en la fórmula para su respectivo cálculo nos indicó que se requiere levantar un conjunto de datos iguales a 80 muestras referente a los sacos de talla S.

### **Reemplazo de valores talla M**

$$n = \frac{110(0,5)^2(1,96)^2}{(0,05)^2(110 - 1) + (0,5)^2(1,96)^2}$$

$$n = 85,7$$

Una vez reemplazado los valores en la fórmula para su respectivo cálculo nos indicó que se requiere levantar un conjunto de datos iguales a 86 muestras referente a los sacos de talla M.

### **3.5.2.2 Estabilidad y capacidad del proceso de corte**

Para calcular la estabilidad y capacidad del proceso de corte se tomó como referencia las variables ancho de pecho y largo total del saco en las tallas S y M. Se optaron por estas variables debido a que existen quejas más frecuentes por los clientes.

#### **3.5.2.2.1 Estabilidad y capacidad del proceso de corte con la variable ancho de pecho del saco talla S.**

En la Tabla 17 se detalla el número de muestras tomadas de la variable ancho de pecho del saco en la talla S, así realizar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

**Tabla 17.- Muestras tomadas de la variable ancho de pecho de la talla S.**

Subgrupo	Observaciones (cm)				$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4		
1	46,00	45,10	45,70	46,10	45,73	1,00
2	46,00	45,60	46,10	46,20	45,98	0,60
3	46,20	45,40	46,00	45,80	45,85	0,80
4	46,10	46,20	45,90	46,10	46,08	0,30
5	46,20	45,40	45,90	46,10	45,90	0,80
6	46,20	46,30	45,80	45,70	46,00	0,60

7	45,70	46,20	45,40	45,80	45,78	0,80
8	46,20	45,90	45,70	46,00	45,95	0,50
9	45,90	45,40	46,20	46,00	45,88	0,80
10	45,70	45,60	46,10	46,20	45,90	0,60
11	46,00	46,30	45,40	46,10	45,95	0,90
12	46,00	45,10	45,70	46,10	45,73	1,00
13	46,30	45,70	46,20	45,90	46,03	0,60
14	46,20	46,10	45,40	45,90	45,90	0,80
15	46,10	46,20	45,90	46,10	46,08	0,30
16	46,00	45,90	45,50	45,70	45,78	0,50
17	46,20	46,00	45,50	45,70	45,85	0,70
18	45,90	45,70	45,40	45,60	45,65	0,50
19	46,00	45,10	45,70	46,10	45,73	1,00
20	45,90	45,70	45,40	45,60	45,65	0,50
					<b>45,87</b>	<b>0,68</b>

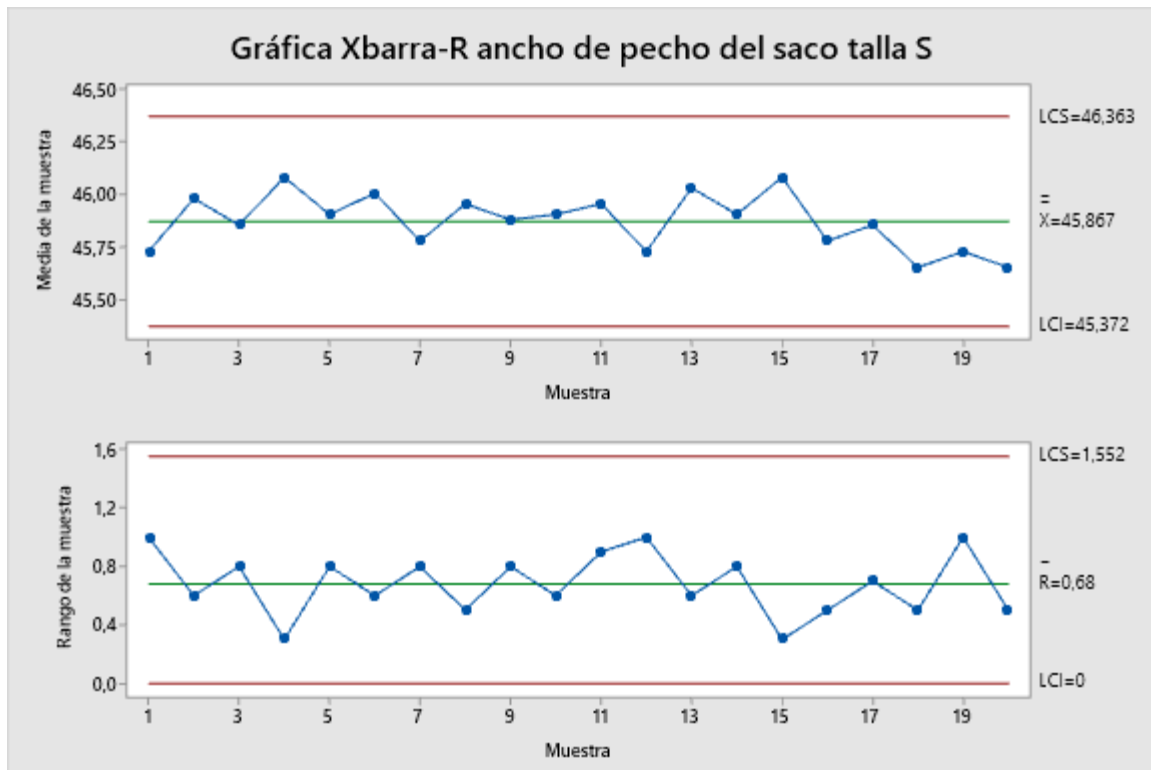
**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 17 se indican los datos recolectados en 80 muestras obtenidas a partir de la variable ancho de pecho, las mismas que están divididas en subgrupos de 4 generando como resultado un total de 20 subgrupos ( $k$ ), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) igual a 45,87 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,68 centímetros. Con los datos obtenidos en la tabla 17 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

### **Estabilidad del proceso de corte por medio de una gráfica de control de la variable ancho de pecho en la talla S.**

Mediante una gráfica de control  $\bar{X} - R$  se demostró el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 17 se muestra la gráfica de control  $\bar{X} - R$  de la variable ancho de pecho en la talla S.



**Figura 17:** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho talla S

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Como se observa en la Figura 17 los datos tomados de la variable ancho de pecho del saco talla S se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos y no existen valores atípicos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso para dar un resultado más preciso así realizar planes de mejora en el proceso.

### Capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho en la talla S

Con las muestras tomadas de la tabla 18 en diferentes lotes de producción durante dos semanas con respecto a la variable ancho de pecho del saco talla S, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ) de corte, el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

### Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} \quad (2)$$

**Donde:**

$d_2$ =constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 4 muestras por subgrupo, el valor  $d_2 = 2,059$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,68}{2,059}$$

$$\sigma = 0,273$$

### Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)

A continuación en la tabla 18 se muestran los parámetros para la elaboración del saco en las tallas S, M con sus respectivas tolerancias, las cuales fueron brindadas por el jefe de diseño.

**Tabla 18.- Especificaciones de medidas y sus respectivas tolerancias de las tallas S y M.**

Medidas	Talla S (cm)	Talla M (cm)	Tolerancia(cm)
Ancho de pecho	46	48	+/- 1
Largo total	55	58	+/- 1
Largo de manga	53	55	+/- 1
Puño	34	36	+/- 0,5

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Como resultado de la tabla 18 se puede apreciar las medidas estandarizadas por la empresa con respecto a la fabricación de sacos para mujer, con su respectiva tolerancia donde hace referencia que los sacos no deben tener diferencias mayores, ni menores a 1 centímetro.

#### **Cálculo de la capacidad del proceso (Cp)**

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma} \quad (3)$$

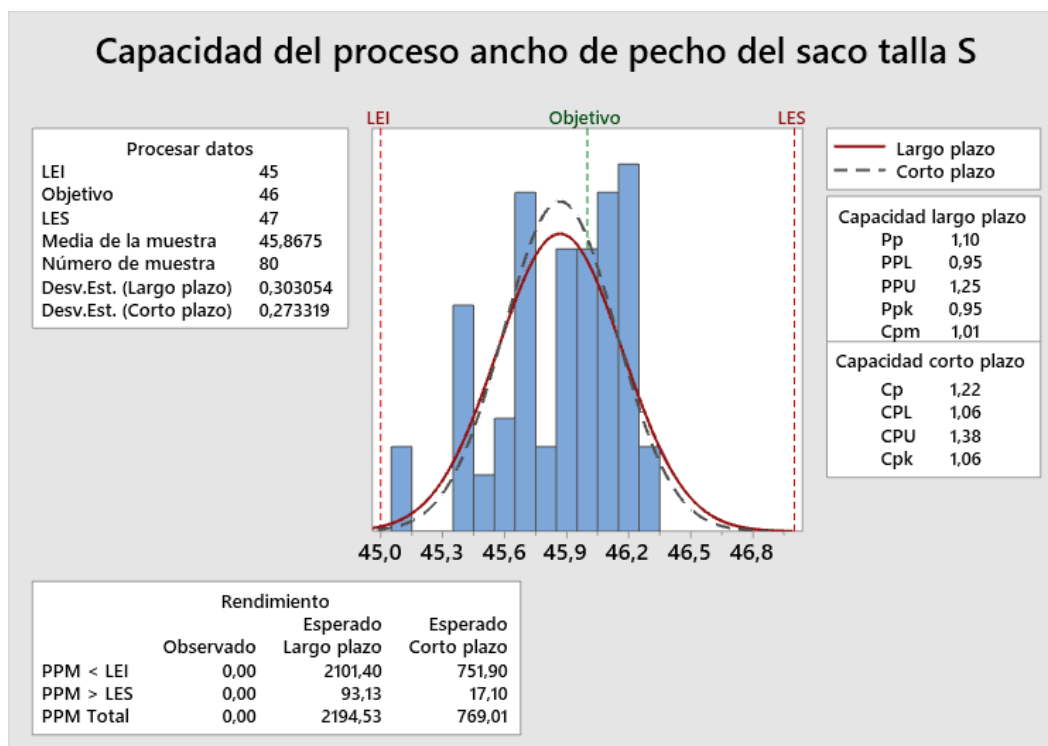
$$C_p = \frac{47 - 45}{6(0,273)}$$

$$C_p = 1,22$$

La capacidad del proceso es de 1,22 se encuentra en la categoría 2 (Ver en la tabla 4), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto, ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal.

#### **Índices de la capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla S**

A continuación, en la Figura 18 se muestra el índice de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla S por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 18:** Capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho talla S

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Figura 18 se presentan los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de corte actual de la variable ancho de pecho del saco talla S. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 19 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla S proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 19.- Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla S**

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	1,10	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base en la dispersión del proceso e indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, tiene un valor alto y su capacidad a largo plazo del proceso es adecuada con base en su variabilidad, también se considera mejorar el proceso reduciendo su variación.
PPL	0,95	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación inferior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo y la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
PPU	1,25	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación superior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo al valor de referencia, lo que quiere decir que se necesita realizar mejoras en el proceso, para reducir su variación o desplazar su ubicación.
Ppk	0,95	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo indica que la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente por lo tanto su proceso no está centrado y necesita mejoras.
Cpm	1,01	El índice Cpm está orientada a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal y no sólo para cumplir con especificaciones del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones. En este caso es mayor y cumple con el objetivo.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	1,22	Evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones del cliente, para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. Como resultado el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	1,06	Indica la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación inferior. Lo que quiere decir que la capacidad que se podría alcanzar si se eliminaran los cambios rápidos y graduales del proceso. En este caso, su valor es bajo tomando en cuenta que su valor de referencia es de 1,33,



		entonces quiere decir que se debe mejorar el proceso, como reducir su variación o desplazar su ubicación.
CPU	1,38	Evalúa la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación superior, lo que considera la media como la dispersión del proceso, evalúa la ubicación y la variación del proceso. En este caso, tomando en cuenta el valor de referencia de 1,33, entonces el valor es alto y la capacidad potencial del proceso es adecuada en relación con su límite de especificación superior.
Cpk	1,06	Permite evaluar la capacidad potencial del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso. También toma en cuenta el centrado del proceso, compara valores entre el Cp y Cpk. En este caso existe una diferencia entre estos índices lo que quiere decir que el proceso no está centrado y necesita mejoras.

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 3.5.2.2.2 Estabilidad y capacidad del proceso de corte con la variable largo total del saco en la talla S

En la Tabla 20 se detalla el número de muestras tomadas de la variable largo total del saco en la talla S, de tal forma que se pueda realizar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

**Tabla 20.- Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco en la talla S**

Subgrupo	Observaciones (cm)				$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4		
1	55,00	54,00	54,50	54,90	54,60	1,00
2	55,20	55,00	54,60	54,90	54,93	0,60
3	55,30	54,90	55,00	54,90	55,03	0,40
4	55,40	54,80	54,60	55,00	54,95	0,80
5	55,00	55,20	54,40	54,30	54,73	0,90
6	55,30	54,90	55,00	54,65	54,96	0,65
7	54,00	55,00	54,90	55,10	54,75	1,10
8	55,30	54,90	55,00	54,90	55,03	0,40
9	55,30	54,90	54,50	54,90	54,90	0,80
10	55,00	54,00	54,50	54,90	54,60	1,00

11	54,90	54,50	54,70	55,00	54,78	0,50
12	55,00	55,30	54,90	55,00	55,05	0,40
13	55,60	54,70	54,90	55,00	55,05	0,90
14	55,00	54,00	54,50	54,90	54,60	1,00
15	55,00	55,30	54,90	55,00	55,05	0,40
16	55,00	55,40	55,70	54,90	55,25	0,80
17	55,30	54,90	55,00	54,90	55,03	0,40
18	55,30	54,90	54,50	54,90	54,90	0,80
19	55,30	54,90	55,00	54,65	54,96	0,65
20	55,00	55,30	54,90	55,00	55,05	0,40
					<b>54,93</b>	<b>0,67</b>

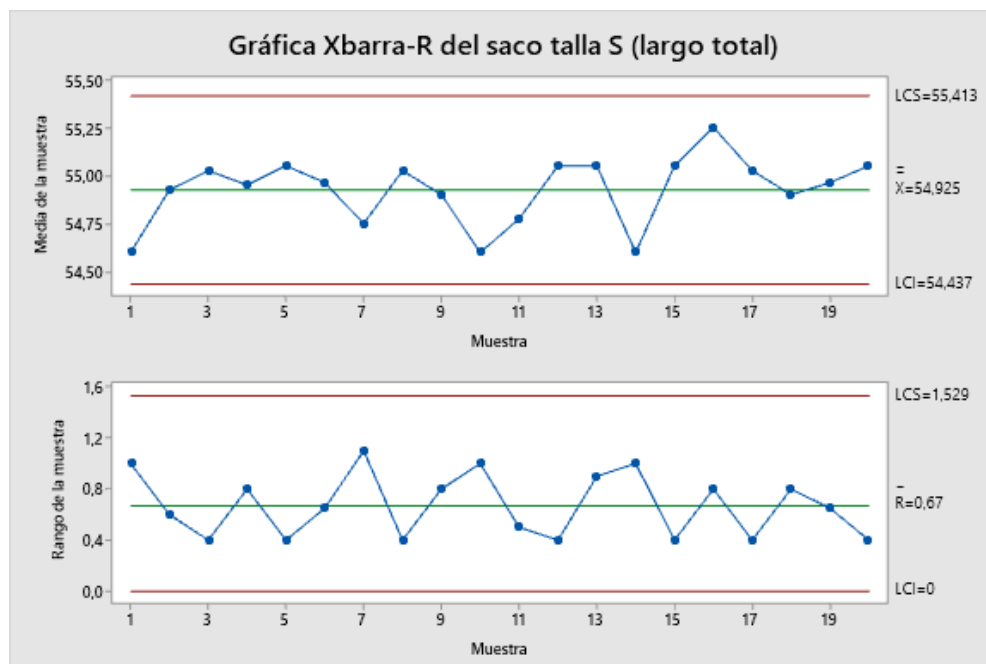
**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 20 se indican los datos recolectados en 80 muestras tomadas a partir de la variable largo total, las mismas que están divididas en subgrupos de 4 generando como resultado un total de 20 subgrupos (k), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) igual a 54,93 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,67 centímetros. Con los datos obtenidos en la tabla 20 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

### **Estabilidad del proceso de corte por medio de una gráfica de control de la variable largo total del saco en la talla S**

Mediante una gráfica de control  $\bar{X} - R$  se demostró el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 19 se muestra la gráfica de control  $\bar{X} - R$  de la variable largo total del saco talla S.



**Figura 19:** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable largo total del saco en la talla S

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Como se observa en la Figura 19 los datos tomados de la variable largo total del saco en la talla S se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos y no existen valores atípicos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso para dar un resultado más preciso así realizar planes de mejora en el proceso.

### Capacidad del proceso de confección de la variable largo total del saco en la talla S

Con las muestras tomadas de la tabla 20 en diferentes lotes de producción durante dos semanas con respecto a la variable largo total del saco talla S, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ) de corte, el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

### **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

**Donde:**

$d_2$ =constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 4 muestras por subgrupo, el valor  $d_2 = 2,059$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,67}{2,059}$$

$$\sigma = 0,319$$

### **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 18, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable largo total es equivalente a +/-1, lo que significa que, los sacos no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 56 centímetros y el LEI = 54 centímetros.

### **Cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ )**

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

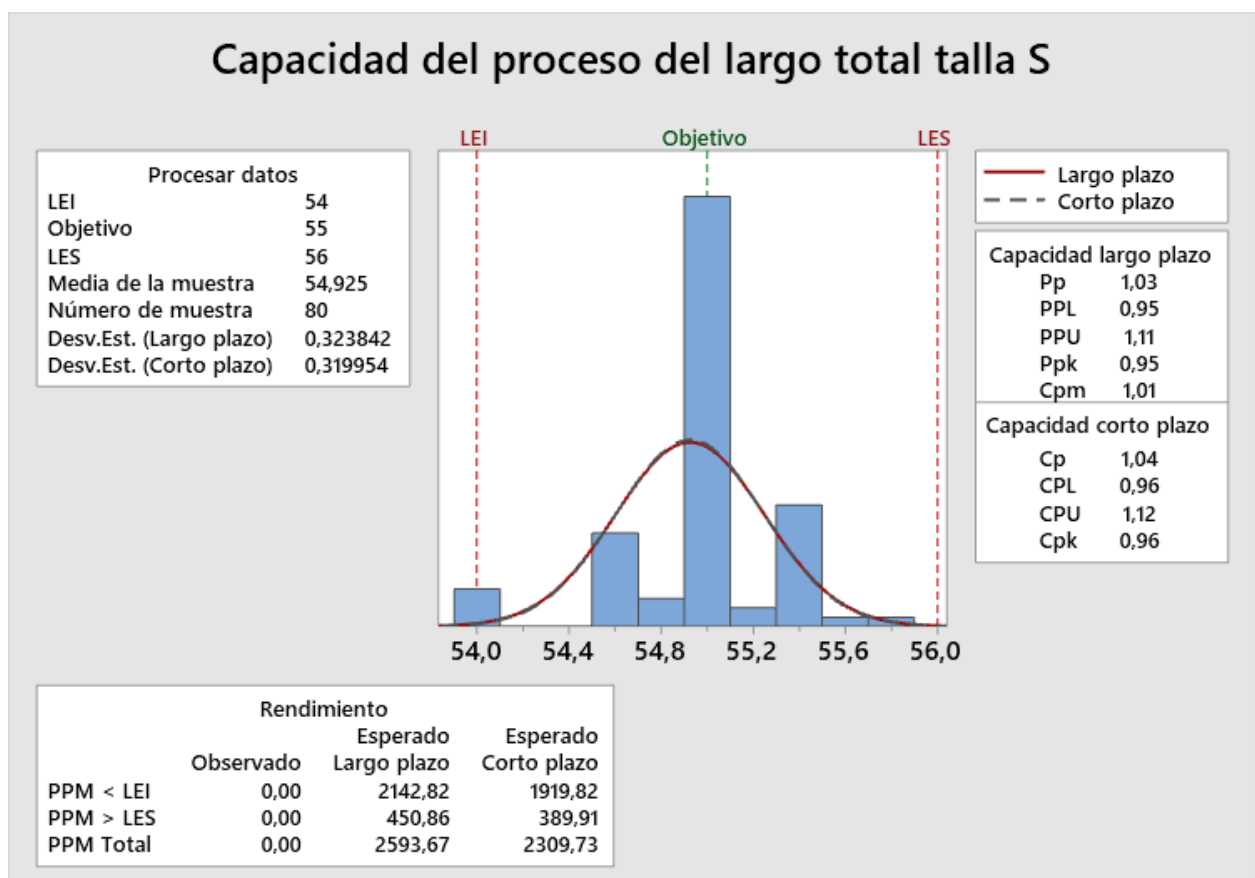
$$C_p = \frac{56 - 54}{6(0,319)}$$

$$C_p = 1,04$$

La capacidad del proceso es de 1,04 se encuentra en la categoría 2 (Ver en la tabla 4), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal.

### Índices de la capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco en la talla S

A continuación, en la Figura 20 se muestra el índice de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco en la talla S por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 20:** Capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla S

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Figura 20 se presentan los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de corte actual de la variable largo total del saco talla S. En esta gráfica se aprecia que existe un

proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 21 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla S proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 21.- Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla S**

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	1,03	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base en la dispersión del proceso e indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, tiene un valor alto y su capacidad a largo plazo del proceso es adecuada con base en su variabilidad, también se considera mejorar el proceso reduciendo su variación.
PPL	0,95	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación inferior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo y la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
PPU	1,11	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación superior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo al valor de referencia, lo que quiere decir que se necesita realizar mejoras en el proceso, para reducir su variación o desplazar su ubicación.
Ppk	0,95	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo indica que la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente por lo tanto su proceso no está centrado y necesita mejoras.
Cpm	1,01	El índice Cpm está orientada a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal y no sólo para cumplir con especificaciones del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones. En este caso cumple con las especificaciones.
<b>Capacidad corto plazo</b>		

Cp	1,04	Evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones del cliente, para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. Como resultado el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	0,96	Indica la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación inferior. Lo que quiere decir que la capacidad que se podría alcanzar si se eliminaran los cambios rápidos y graduales del proceso. En este caso, su valor es bajo y la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
CPU	1,12	Evalúa la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación superior, lo que considera la media como la dispersión del proceso, evalúa la ubicación y la variación del proceso. Para decidir compare el CPL con el CPU. Si el CPL no es aproximadamente igual al CPU, el proceso no está centrado. En este caso, el valor es mayor es probable que el proceso produzca unidades defectuosas que violen el límite de especificación inferior.
Cpk	0,96	Permite evaluar la capacidad potencial del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso. También toma en cuenta el centrado del proceso, compara valores entre el Cp y Cpk. En este caso existe una diferencia entre estos índices lo que quiere decir que el proceso no está centrado y necesita mejoras.

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### **3.5.2.2.3 Estabilidad y capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla M**

En la Tabla 21 se especifica el número de muestras tomadas de la variable ancho de pecho de los sacos en la talla M de tal forma que se pueda elaborar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

**Tabla 22.- Muestras tomadas de la variable ancho de pecho del saco en la talla M**

Subgrupo	Observaciones (cm)				$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4		
1	48,10	47,00	48,20	47,50	47,70	1,20
2	47,50	48,00	47,40	47,90	47,70	0,60
3	48,00	48,20	47,70	47,40	47,83	0,80
4	47,60	47,80	48,00	48,10	47,88	0,50
5	47,60	47,00	48,20	47,50	47,58	1,20
6	47,50	47,50	48,20	48,00	47,80	0,70
7	47,40	48,00	48,20	48,25	47,96	0,85
8	47,60	47,00	48,10	47,50	47,55	1,10
9	48,20	47,40	47,90	48,00	47,88	0,80
10	48,10	48,00	47,50	47,70	47,83	0,60
11	47,60	47,00	48,00	47,50	47,53	1,00
12	48,00	47,90	47,60	47,80	47,83	0,40
13	48,20	47,90	47,40	47,80	47,83	0,80
14	47,60	48,00	48,20	48,20	48,00	0,60
15	48,10	48,00	47,50	47,90	47,88	0,60
16	48,00	47,90	47,60	47,80	47,83	0,40
17	47,50	47,90	48,10	48,30	47,95	0,80
18	47,60	47,00	48,00	47,50	47,53	1,00
19	47,90	47,40	48,00	48,20	47,88	0,80
20	48,20	48,20	47,50	47,90	47,95	0,70
21	48,00	47,90	47,60	47,80	47,83	0,40
22	48,20	47,00	48,10	47,50	47,70	1,20
					<b>47,79</b>	<b>0,78</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

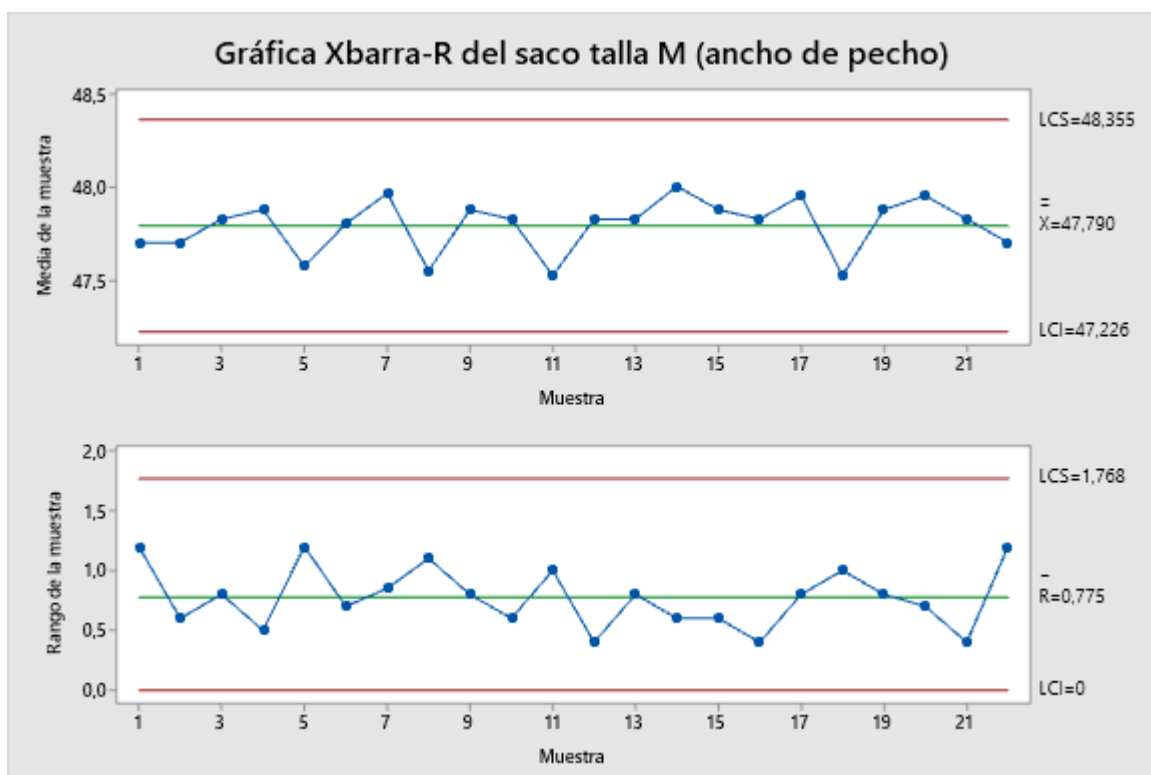
**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 2 se indican los datos recolectados en 88 muestras obtenidas a partir de la variable ancho de pecho, las mismas que están divididas en subgrupos de 4 generando como resultado un total de 22 subgrupos (k), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) igual a 47,79 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,78 centímetros. Con los datos obtenidos en la tabla 22 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.



## Estabilidad del proceso de corte por medio de una gráfica de control de la variable ancho de pecho del saco en la talla M

Mediante una gráfica de control  $\bar{X} - R$  se demostró el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 21 se muestra la gráfica de control  $\bar{X} - R$  de la variable ancho de pecho en la talla M.



**Figura 21:** Gráfica de control  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho del saco talla M

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Como se observa en la Figura 21 los datos tomados de la variable ancho de pecho del saco talla M se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos y no existen valores atípicos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso para dar un resultado más preciso así realizar planes de mejora en el proceso.

## **Capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M**

Con las muestras tomadas de la tabla 22 en diferentes lotes de producción durante dos semanas con respecto a la variable ancho de pecho del saco talla M, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ) de corte, el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

### **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

**Donde:**

$d_2$ =constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 4 muestras por subgrupo, el valor  $d_2 = 2,059$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,78}{2,059}$$

$$\sigma = 0,358$$

### **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 18, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable largo total es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 49 centímetros y el LEI = 47centímetros.

### **Cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ )**

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$

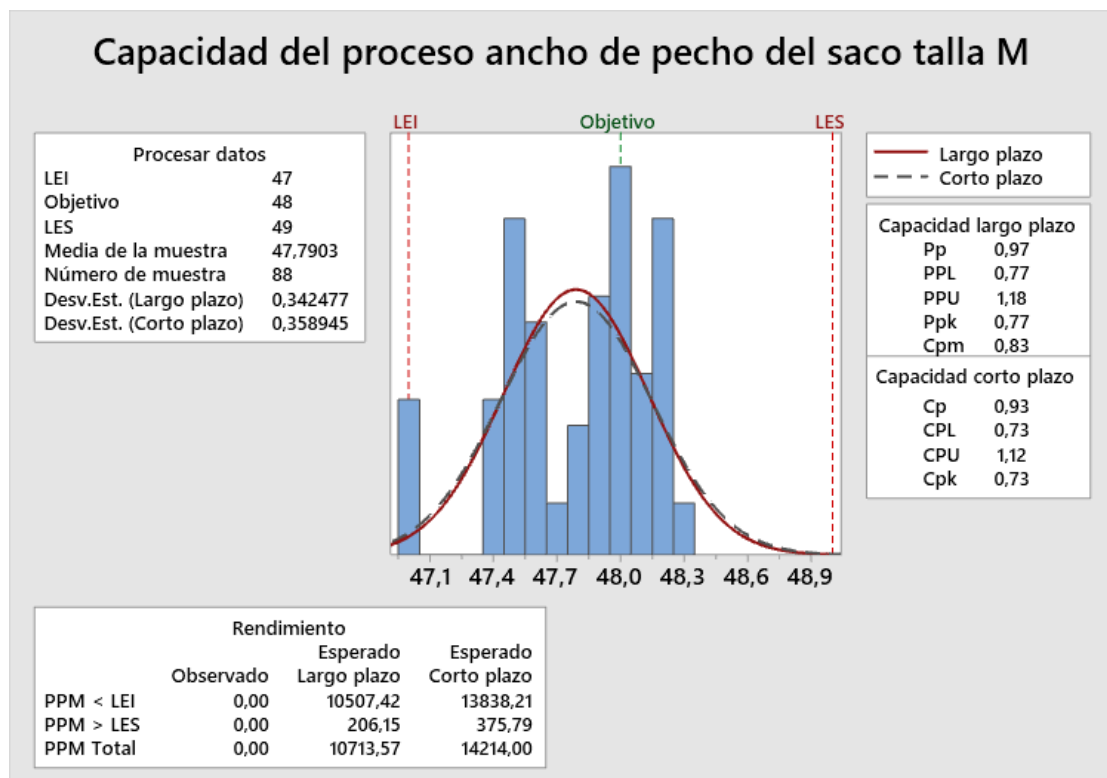
$$C_p = \frac{49 - 47}{6(0,358)}$$

$$C_p = 0,93$$

La capacidad del proceso es de 0,93 se encuentra en la categoría 3 (Ver tabla 4), lo cual indica que es un proceso no adecuado para el trabajo ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran muy alejadas del valor nominal.

### Índices de la capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M

A continuación, en la Figura 22 se muestra el índice de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 22:** Capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Figura 22 se muestran los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla M. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 23 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 23.- Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco en la talla M**

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	0,97	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base en la dispersión del proceso e indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, tiene un valor bajo y la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente con base en su variabilidad.
PPL	0,77	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación inferior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo y la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
PPU	1,18	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación superior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo al valor de referencia, lo que quiere decir que se necesita realizar mejoras en el proceso, para reducir su variación o desplazar su ubicación.
Ppk	0,77	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo indica que la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente por lo tanto su proceso no está centrado y necesita mejoras.
Cpm	0,83	El índice Cpm está orientada a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal y no sólo para cumplir con especificaciones del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones. En este caso es menor que uno significa que el proceso no

		cumple con especificaciones, ya sea por problemas de centrado o por exceso de variabilidad.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	0,93	Evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones del cliente, para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. Como resultado el índice Cp se encuentra en la categoría 3 lo que quiere decir es un proceso no adecuado para el trabajo y requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
CPL	0,73	Indica la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación inferior. Lo que quiere decir que la capacidad que se podría alcanzar si se eliminaran los cambios rápidos y graduales del proceso. En este caso, su valor es bajo y la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
CPU	1,12	Evalúa la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación superior, lo que considera la media como la dispersión del proceso, evalúa la ubicación y la variación del proceso. Para decidir compare el CPL con el CPU. Si el CPL no es aproximadamente igual al CPU, el proceso no está centrado. En este caso, el valor es mayor es probable que el proceso produzca unidades defectuosas que violen el límite de especificación inferior.
Cpk	0,73	Permite evaluar la capacidad potencial del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso. También toma en cuenta el centrado del proceso, compara valores entre el Cp y Cpk. En este caso existe una diferencia entre estos índices lo que quiere decir que el proceso no esta centrado y necesita mejoras.

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### **3.5.2.2.4 Estabilidad y capacidad del proceso de corte de la variable**

##### **largo total del saco talla M**

En la Tabla 24 se detalla el número de muestras tomadas de la variable largo total del saco en la talla M, de tal forma que se pueda realizar los cálculos respectivos de la estabilidad y la capacidad del proceso.

**Tabla 24.- Muestras tomadas de la variable largo total del saco talla M**

Subgrupo	Observaciones (cm)				$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4		
1	58,00	57,60	57,90	57,80	57,83	0,40
2	57,40	58,20	57,70	58,00	57,83	0,80
3	58,10	57,40	57,80	57,00	57,58	1,10
4	58,00	57,60	57,90	57,80	57,83	0,40
5	58,20	57,50	58,10	57,40	57,80	0,80
6	57,90	57,50	57,00	58,00	57,60	1,00
7	57,40	57,90	58,00	58,20	57,88	0,80
8	58,00	57,50	57,00	58,20	57,68	1,20
9	58,20	57,40	57,60	57,70	57,73	0,80
10	57,90	57,40	57,80	58,10	57,80	0,70
11	58,10	58,40	57,40	58,00	57,98	1,00
12	58,20	57,50	57,40	58,10	57,80	0,80
13	57,90	57,40	58,00	57,50	57,70	0,60
14	57,50	57,90	58,00	58,60	58,00	1,10
15	57,60	58,00	58,10	57,30	57,75	0,80
16	57,00	58,00	57,60	57,90	57,63	1,00
17	58,00	57,40	57,80	57,50	57,68	0,60
18	58,30	57,90	57,50	57,60	57,83	0,80
19	58,20	58,00	57,80	57,80	57,95	0,40
20	57,30	57,50	57,90	58,10	57,70	0,80
21	58,20	57,30	57,60	57,00	57,53	1,20
22	58,30	57,40	57,70	57,40	57,70	0,90
					<b>57,76</b>	<b>0,82</b>

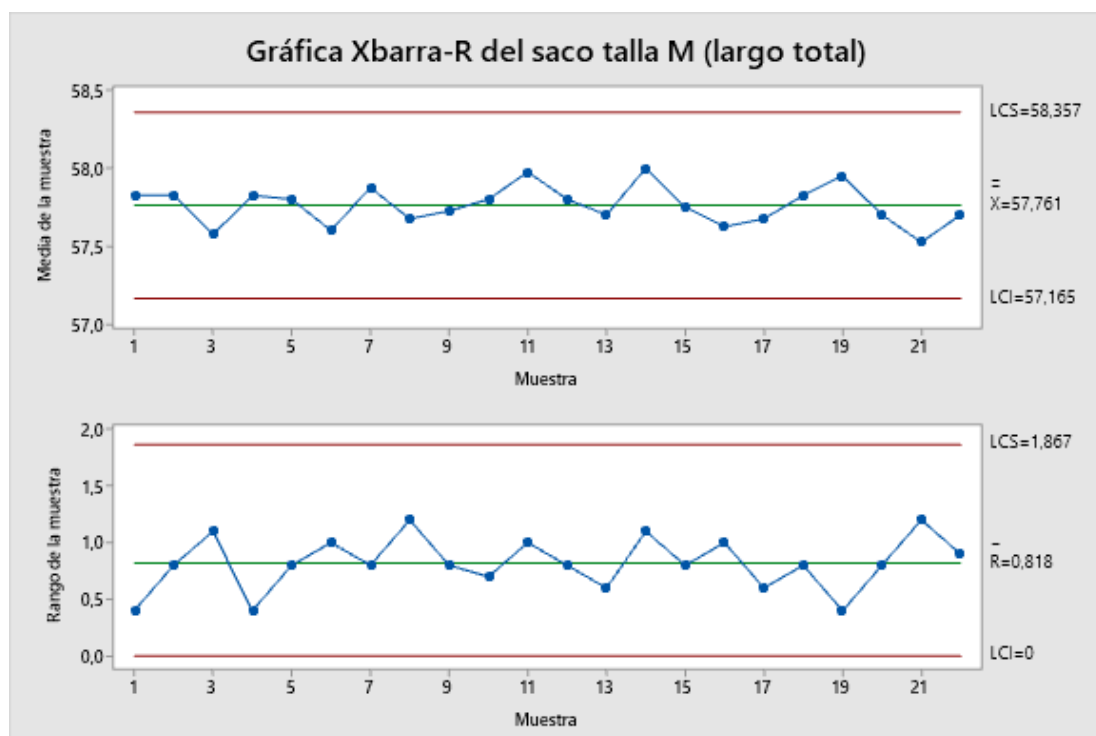
**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 24 se indican los datos recolectados en 88 muestras tomadas a partir de la variable largo total, las mismas que están divididas en subgrupos de 4 generando como resultado un total de 22 subgrupos (k), con un promedio de promedios ( $\bar{\bar{X}}$ ) igual a 57,76 centímetros y un promedio de rangos ( $\bar{R}$ ) de 0,82 centímetros. Con los datos obtenidos en la tabla 24 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso.

## Estabilidad del proceso de corte por medio de una gráfica de control de la variable largo total del saco en la talla M

Mediante una gráfica de control  $\bar{X} - R$  se demostró el comportamiento de las medias y los rangos y de esta manera determinar si el proceso se encuentra dentro de control o no. A continuación, en la Figura 23 se muestra la gráfica de control  $\bar{X} - R$  de la variable largo total del saco talla M.



**Figura 23:** Gráfica de control  $\bar{X}-R$  de la variable largo total del saco talla M

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Como se observa en la Figura 23 los datos tomados de la variable largo total del saco en la talla M se encuentran bajo control estadístico debido a que ninguno de ellos sobrepasa los límites de control establecidos y no existen valores atípicos. Sin embargo, es necesario analizar la capacidad del proceso para dar un resultado más preciso así realizar planes de mejora en el proceso.

### **Capacidad del proceso de confección de la variable largo total del saco talla M**

Con las muestras tomadas de la tabla 24 en diferentes lotes de producción durante dos semanas con respecto a la variable largo total del saco talla M, se procedió al cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ ) de corte, el mismo que se obtuvo de la siguiente manera:

#### **Cálculo de la desviación estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

**Donde:**

$d_2$ =constante que depende del tamaño de la muestra, donde para el tamaño de 4 muestras por subgrupo, el valor  $d_2 = 2,059$  (Ver Anexo 2)

$$\sigma = \frac{0,82}{2,059}$$

$$\sigma = 0,331$$

#### **Identificación del LEI (Límite Inferior) y LES (Límite Superior)**

De acuerdo con la Tabla 18, la tolerancia especificada por el cliente con respecto a la variable largo total es equivalente a  $\pm 1$ , lo que significa que, las camisetas no deben tener diferencias mayores a 1 centímetro ni menores a 1 centímetro y las mediciones deben encontrarse entre el LES = 59 centímetros y el LEI = 57 centímetros.

#### **Cálculo de la capacidad del proceso ( $C_p$ )**

$$C_p = \frac{LES - LEI}{6\sigma}$$



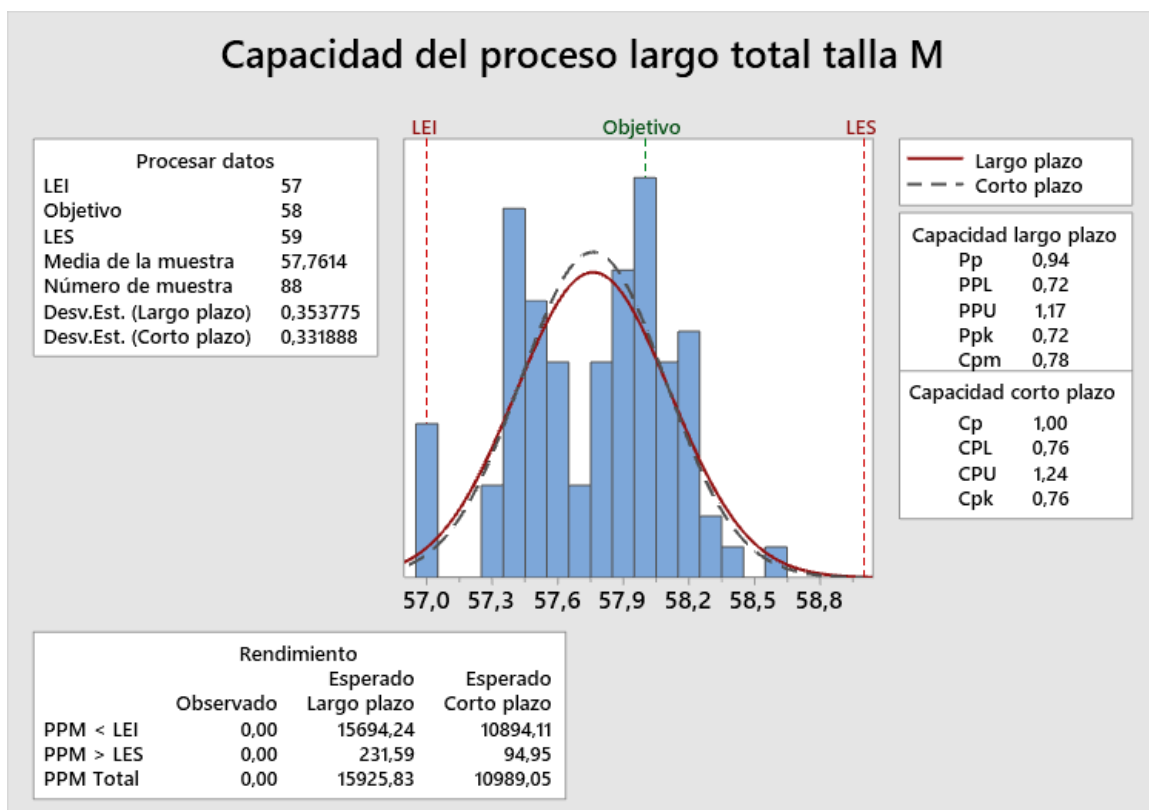
$$C_p = \frac{59 - 57}{6(0,331)}$$

$$C_p = 1,00$$

La capacidad del proceso es de 1,00 se encuentra en la categoría 2 (Ver en la tabla 4), lo cual indica que es un proceso parcialmente adecuado que requiere de un control estricto ya que las especificaciones a cumplir con el cliente se encuentran un poco alejadas del valor nominal.

### Índices de la capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco en la talla M

A continuación, en la Figura 24 se muestra el índice de capacidad del proceso de corte de la variable largo total de los sacos talla M por medio del uso del software Minitab 19.



**Figura 24:** Capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla M

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Figura 24 se presentan los resultados obtenidos de la medición de la capacidad del proceso de corte actual de la variable largo total del saco talla M. En esta gráfica se aprecia que existe un proceso capaz, no hay mucha variabilidad de las muestras tomadas, las mismas que se encuentran cercanas al punto objetivo y dentro de los límites de control establecidos.

A continuación, en la Tabla 25 se detalla la interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla M proporcionadas por el software Minitab 19.

**Tabla 25.- Interpretación de las métricas de capacidad del proceso de corte de la variable largo total del saco talla M**

Índice	Valor	Interpretación
<b>Capacidad largo plazo</b>		
Pp	0,94	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base en la dispersión del proceso e indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, tiene un valor bajo y la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente con base en su variabilidad.
PPL	0,72	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación inferior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo y la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
PPU	1,17	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso en relación con su límite de especificación superior, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo al valor de referencia lo que quiere decir que se necesita realizar mejoras en el proceso, para reducir su variación o desplazar su ubicación.
Ppk	0,72	Evalúa la capacidad a largo plazo del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso, indica el rendimiento real del proceso que su cliente experimenta con el tiempo. En este caso, su valor es bajo indica que la capacidad a largo plazo del proceso es deficiente por lo tanto su proceso no está centrado y necesita mejoras.
Cpm	0,78	El índice Cpm está orientada a reducir su variabilidad alrededor del valor nominal y no sólo para cumplir con especificaciones del proceso. Lo ideal de este índice es que sea mayor que uno para decir que se cumple con las especificaciones. En este caso es menor que uno significa que el proceso no

		cumple con especificaciones, ya sea por problemas de centrado o por exceso de variabilidad.
<b>Capacidad corto plazo</b>		
Cp	1,00	Evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones del cliente, para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. Como resultado el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.
CPL	0,76	Indica la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación inferior. Lo que quiere decir que la capacidad que se podría alcanzar si se eliminaran los cambios rápidos y graduales del proceso. En este caso, su valor es bajo y la capacidad potencial del proceso es deficiente en relación con su límite de especificación inferior.
CPU	1,24	Evalúa la capacidad potencial del proceso en relación con su límite de especificación superior, lo que considera la media como la dispersión del proceso, evalúa la ubicación y la variación del proceso. Para decidir compare el CPL con el CPU. Si el CPL no es aproximadamente igual al CPU, el proceso no está centrado. En este caso, el valor es mayor es probable que el proceso produzca unidades defectuosas que violen el límite de especificación inferior.
Cpk	0,76	Permite evaluar la capacidad potencial del proceso con base tanto en la ubicación como en la dispersión del proceso. También toma en cuenta el centrado del proceso, compara valores entre el Cp y Cpk. En este caso existe una diferencia entre estos índices lo que quiere decir que el proceso no está centrado y necesita mejoras.

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

### 3.5.2.3 Estabilidad del proceso de confección

Para calcular la estabilidad del proceso de confección se realizó una gráfica de control p, de fracción defectuosa, con una muestra constante (n) de 200 sacos conformando en total 20 subgrupos (k). A continuación, en la Tabla 26 se detalla el número de sacos defectuosos.

**Tabla 26.- Número de sacos defectuosos**

Subgrupo	N° prendas	Sacos defectuosos ( $D_i$ )	$P_i$
1	200	23	0,12
2	200	10	0,05
3	200	18	0,09
4	200	8	0,04
5	200	20	0,10
6	200	15	0,08
7	200	8	0,04
8	200	5	0,03
9	200	18	0,09
10	200	23	0,12
11	200	17	0,09
12	200	10	0,05
13	200	5	0,03
14	200	23	0,12
15	200	7	0,04
16	200	10	0,05
17	200	13	0,07
18	200	8	0,04
19	200	4	0,02
20	200	9	0,05
	$\sum D_i$	254	
	$\bar{P}$	0,06	

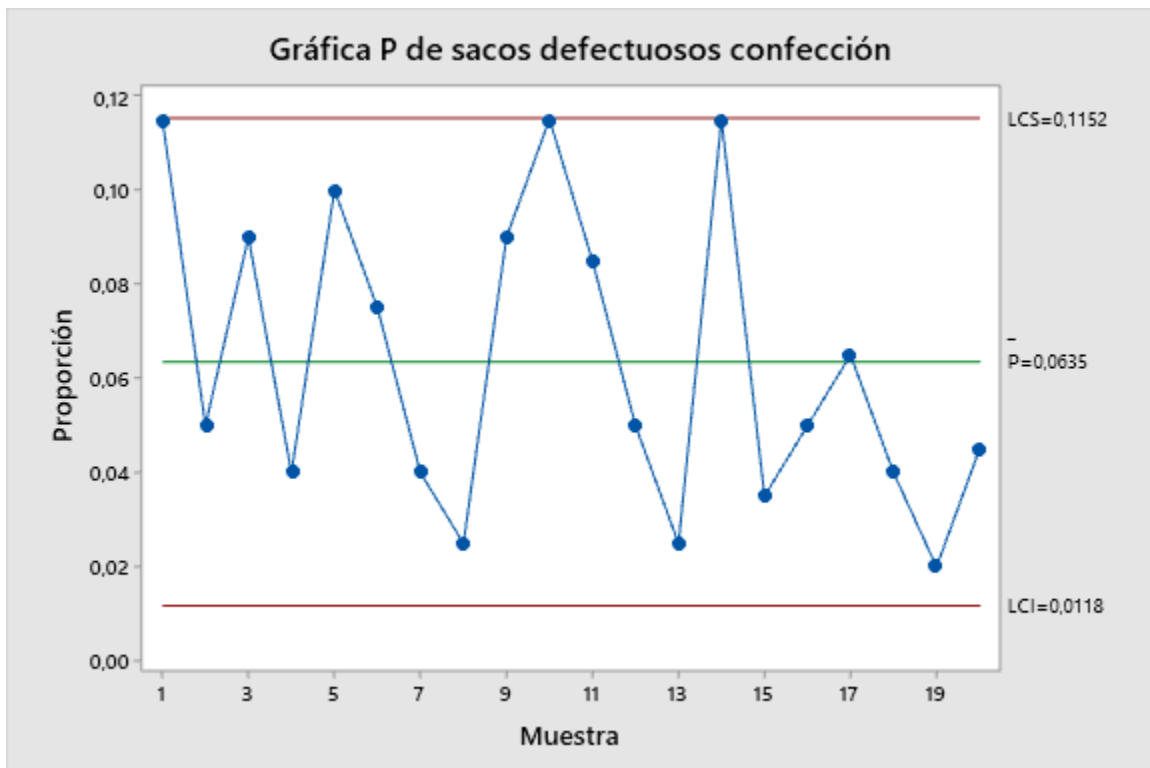
**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Tabla 25 se detallan los 20 subgrupos de tamaño 200 con el respectivo número de artículos defectuosos en cada subgrupo obteniendo como resultado una proporción defectuosa promedio de 0,06.

## Estabilidad del proceso de confección por medio de una gráfica de control P

Mediante de una gráfica de control P se analizó la proporción de sacos que no cumplen con las especificaciones del cliente. A continuación, en la Figura 25 se muestra la gráfica de control P de los sacos defectuosos en el proceso de confección.



**Figura 25:** Gráfica de control P de los sacos defectuosos en el proceso de confección

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la Figura 25 se muestra que, de acuerdo con los datos tomados de los sacos defectuosos, el proceso se encuentra bajo control estadístico debido a que los valores de las muestras se ubican dentro de los límites de control. Adicionalmente, no se identifica una tendencia ascendente, lo que indicaría que no existe un deterioro progresivo en la calidad del producto.

### 3.5.3 Fase Analizar

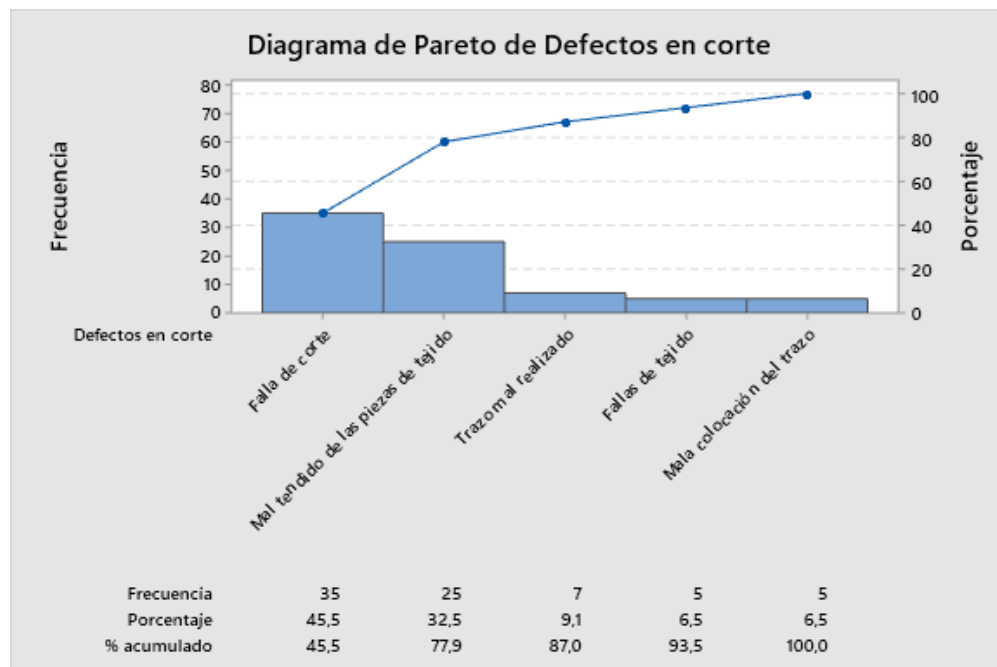
En esta fase se aplicó el diagrama de Pareto para manifestar los problemas más importantes y determinar en qué orden resolverlos. Luego se procede a aplicar el diagrama de Ishikawa para identificar la causa principal del problema.

#### 3.5.3.1 Diagrama de Pareto

Para realizar este análisis se utilizó como herramienta el diagrama de Pareto, en el cual se tomó como base el Anexo 1 en las áreas más críticas como son: área de corte y área de confección para identificar el problema potencial por el que se están generando defectos en la prenda de vestir.

##### 3.5.3.1.1 Diagrama de Pareto en Corte

Se construyó el diagrama de Pareto que se muestra en la figura 26, para constatar los defectos más relevantes que ocurren en el área de corte.



**Figura 26:** Diagrama de Pareto de defectos en el área de corte

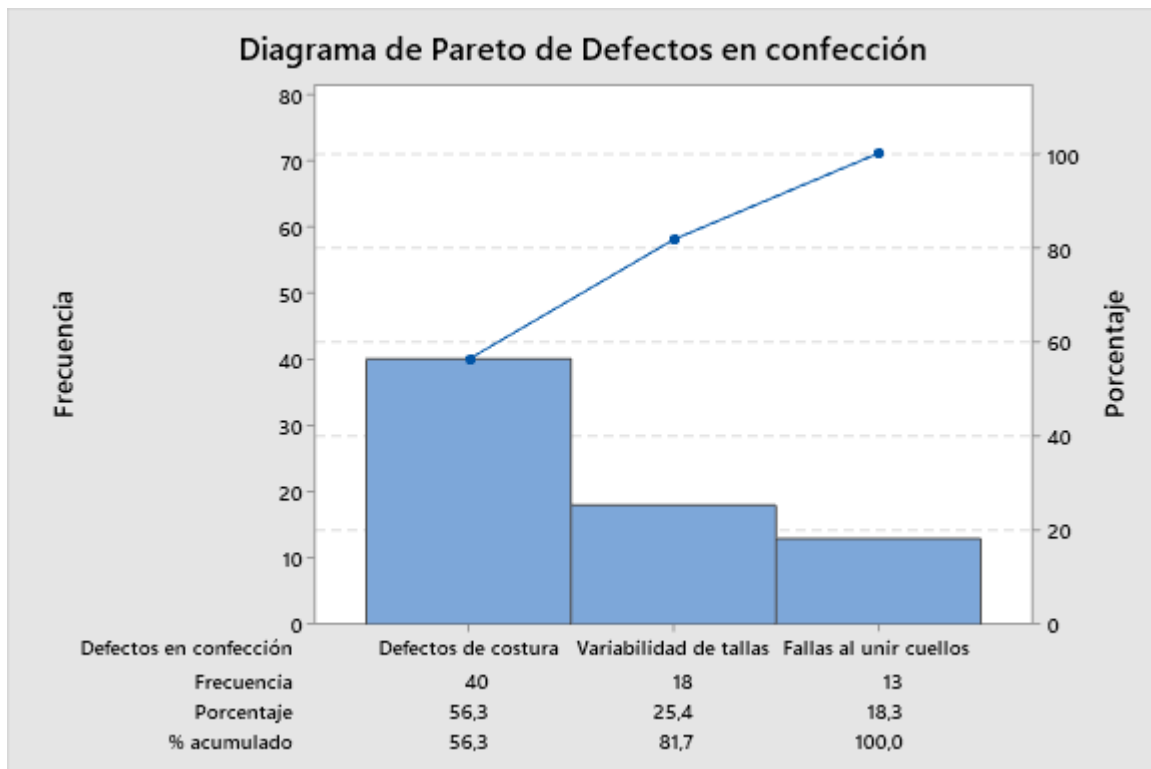
**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la figura 26 se muestra que el 45,5% de los defectos son de falla de corte y 32,5% son errores de mal tendido de las piezas de tejido. El porcentaje acumulado de falla de corte y mal tendido de las piezas de tejido es 77,9%. Por lo tanto, la mayor mejora a todo el proceso se podría lograr resolviendo estos problemas.

### 3.5.3.1.2 Diagrama de Pareto en confección

Se construyó el diagrama de Pareto que se muestra en la figura 27, para constatar los defectos más relevantes que ocurren en el área de confección.



**Figura 27:** Diagrama de Pareto de defectos en el área de confección

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la figura 27 se muestra que el 56,3% pertenece a defectos de costura y 24,4% a defectos por variabilidad de tallas. El porcentaje acumulado de defectos de costura y variabilidad de tallas es

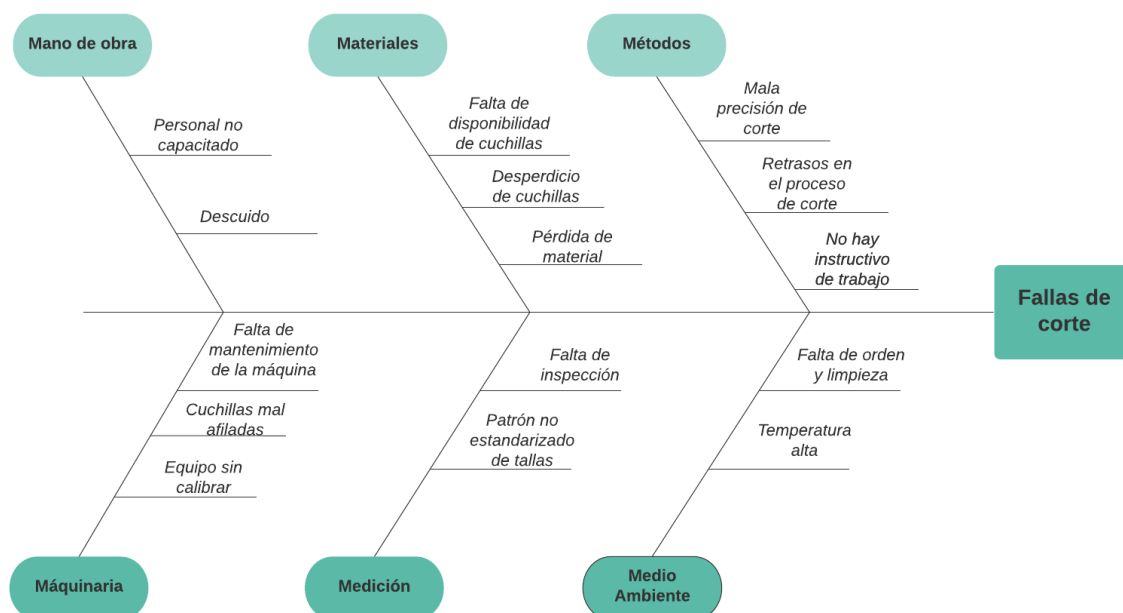
de 81,7%. Por lo tanto, la mayor mejora a todo el proceso se podría lograr resolviendo estos problemas.

### 3.5.3.2 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa propone seis categorías denominadas las 6M (mano de obra, método, maquinaria, materiales, medio ambiente y medición) con el objetivo de reducir los defectos o fallas en el proceso de fabricación de sacos para mujer por medio de métodos aplicables que permitan atacar a los problemas mencionados en el apartado anterior.

#### 3.5.3.2.1 Diagrama de Ishikawa en corte

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Figura 26 se procedió a elaborar los diagramas de Ishikawa para identificar las causas que están generando estos problemas en el área de corte. A continuación en la Figura 28 se presenta el diagrama de Ishikawa de fallas de corte



**Figura 28:** Diagrama de Ishikawa de fallas de corte

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar



La Figura 28 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una falla de corte son: descuido al momento de realizar el corte ya sea por motivos de desconocimiento del trabajo y falta de capacitación e inspección para desarrollar el proceso de corte.

**Método:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una falla de corte son: no hay instructivo de trabajo para tomar de referencia, por lo que se generan retrasos en el proceso y conlleva a una mala precisión de corte.

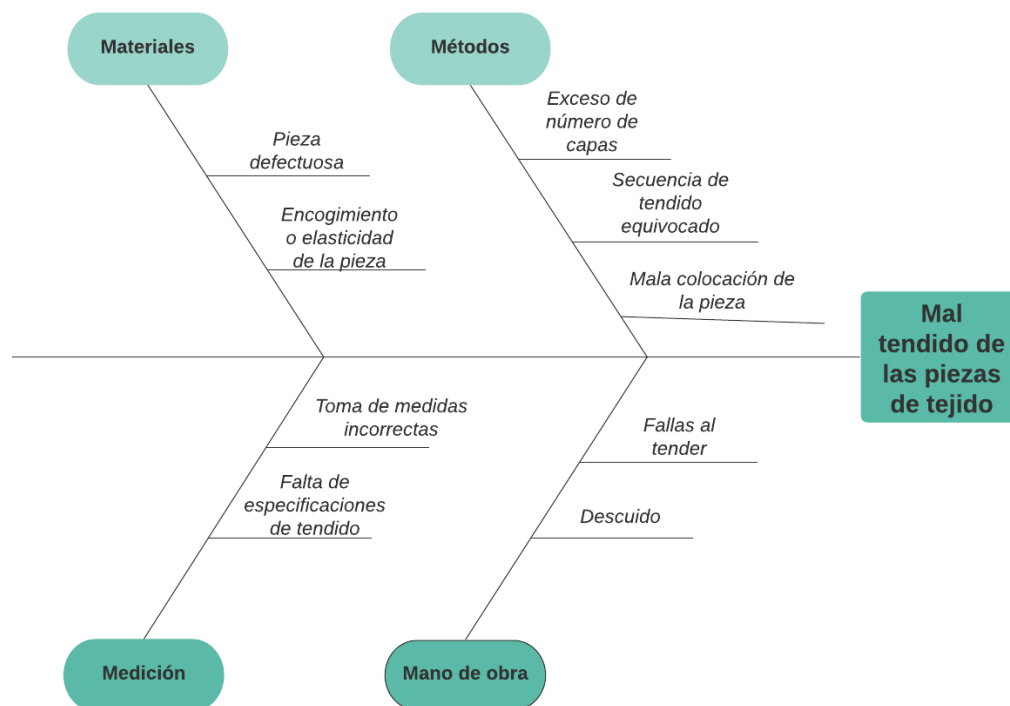
**Maquinaria:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una falla de corte son: no tener las máquinas de corte calibradas, ya sea por falta de mantenimiento o mal uso de la misma, también al tener mal afiladas las cuchillas produce un desgaste del equipo y fallas en el corte.

**Materiales:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una falla de corte son: falta de disponibilidad de cuchillas ya sea por desperdicio de cuchillas o mal uso de las mismas y pérdida de material por no tener un lugar adecuado para el almacenamiento de los materiales.

**Medición:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una falla de corte son: falta de inspección antes de cortar no se verifica que los trazos no están centrados con las piezas de tejido, también no existe un patrón de tallas estandarizado, puesto que el proceso lo realizan empíricamente.

**Medio Ambiente:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista una falla de corte son: temperatura alta que causa un malestar o fatiga al operario, también se observó que no se realiza una adecuada limpieza después de haber realizado un proceso de corte.

En la Figura 29 se presenta el diagrama de Ishikawa de mal tendido de las piezas de tejido utilizando el método de las 6M, pero en este problema se han identificado que solamente aplican 4M.



**Figura 29:** Diagrama de Ishikawa de mal tendido de las piezas de tejido

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

La Figura 29 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M, enfocado solamente a las 4 M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista un mal tendido de las piezas de tejido son: un descuido del operario ya sea por, desconocimiento del proceso a realizar o por fallas al tender debido al tipo de pieza a cortar.

**Método:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista un mal tendido de las piezas de tejido son: mala colocación de la pieza, secuencia equivocada y exceso de número de capas.

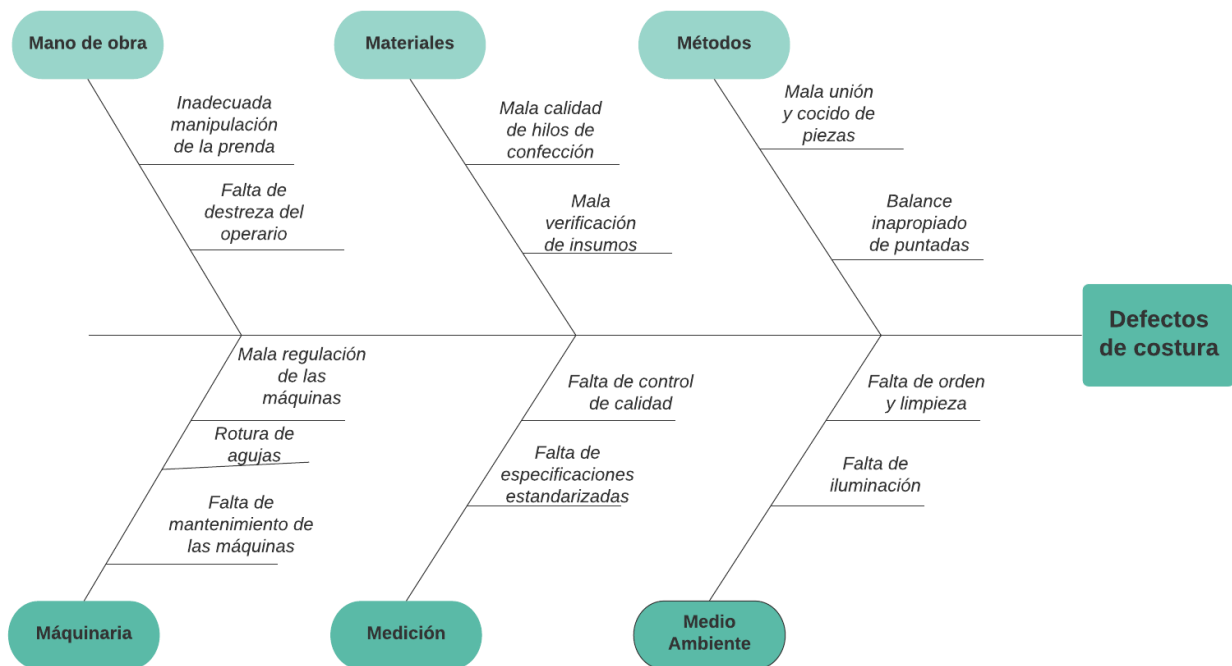
**Materiales:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista un mal tendido de las piezas de tejido son: pieza defectuosa y encogimiento o elasticidad de la pieza de tejido.

**Medición:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista un mal tendido de las piezas de tejido son: toma de medidas incorrectas de las piezas de tejido y falta de especificaciones de tendido.

#### **3.5.3.2.2 Diagrama de Ishikawa en confección**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Figura 27 se procedió a elaborar los diagramas de Ishikawa para identificar las causas que están generando estos problemas en el área de confección.

A continuación en la Figura 30 se presenta el diagrama de Ishikawa de Defectos de costura el método de las 6M.



**Figura 30:** Diagrama de Ishikawa de defectos de costura

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

La Figura 30 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista defectos de costura son: inadecuada manipulación de la prenda y falta de destreza del operario.

**Método:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista defectos de costura son: balance inapropiado de puntadas, esto quiere decir que existen saltos de costura, por ende hay una mal unión del saco.

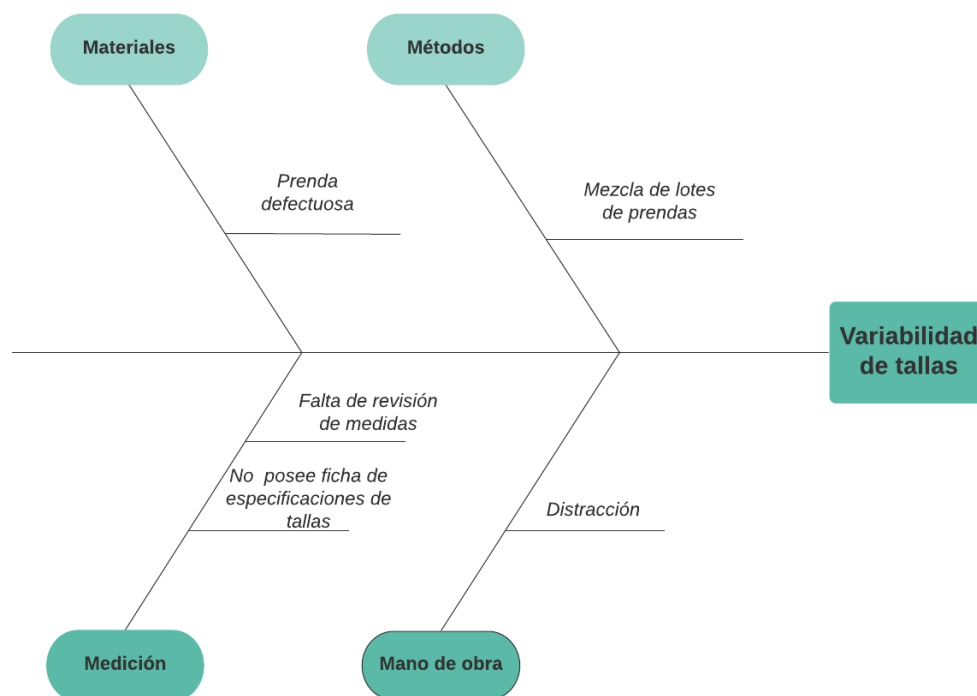
**Maquinaria:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista defectos de costura son: falta de mantenimiento en las máquinas lo que produce una rotura de agujas por la mala regulación de las máquinas.

**Materiales:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista defectos de costura son: mala calidad de hilos de confección y mala verificación de insumos.

**Medición:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista defectos de costura son: falta de control de calidad y falta de especificaciones estandarizadas.

**Medio Ambiente:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista defectos de costura son: falta de iluminación, falta de orden y limpieza y condiciones de mala postura que causa cansancio y fatiga al operario.

En la Figura 31 se presenta el diagrama de Ishikawa de variabilidad de tallas utilizando el método de las 6M, pero en este problema se han identificado que solamente aplican 4M.



**Figura 31:** Diagrama de Ishikawa de variabilidad de tallas

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

La Figura 31 muestra los resultados en base a cada categoría del método de las 6M enfocado en solamente 4M como se detalla a continuación:

**Mano de obra:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista variabilidad de tallas son: distracción al momento de separar las prendas por tallas.

**Método:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista variabilidad de tallas son: mezcla de lotes de prendas, no se revisa constantemente las medidas de las dos tallas.

**Materiales:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista variabilidad de tallas son: prendas defectuosas ya sea por manchas o malos acabados.

**Medición:** En esta categoría se determinó que las causas principales para que exista variabilidad de tallas son: falta de revisión de medidas y no posee ficha de especificaciones de tallas.

## **CAPÍTULO IV**

### **4 PROPUESTA DE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA**

En este capítulo se plantea la propuesta de mejora aplicando las herramientas de las metodologías Lean Manufacturing y Six Sigma en las áreas de corte y confección. A partir de los resultados obtenidos en el capítulo III se desarrolla las dos últimas fases que son: mejorar y controlar que pertenecen a la metodología DMAIC.

#### **4.1 Fase Mejorar**

Después de haber analizado toda la información obtenida en el capítulo anterior, y se ha comprendido mejor el proceso de fabricación de sacos para mujer, en esta fase se desarrolla un plan de acción de mejora aplicando las herramientas de Lean Manufacturing.

##### **4.1.1 Propuesta 5'S**

Para que la empresa “Tejidos Parwall”, logre el éxito de esta propuesta de la herramienta 5'S es necesario el compromiso total de todo el personal y en especial de los jefes, ya que serán ellos quienes promoverán un cambio al ambiente de trabajo, así facilitar las actividades que se realizan con un orden y limpieza. En esta propuesta se tomará como plan piloto el área de corte, también se podrá realizar en cualquier área de la empresa.

##### **4.1.1.1 Plan de planificación**

Previo a la implementación de las 5'S es necesario proporcionar una capacitación a todo el personal, así presentar los beneficios que buscan establecer y mantener el lugar de trabajo organizado, limpio y generar un ambiente de trabajo en condiciones de seguridad en el desarrollo de las actividades.

#### **4.1.1.2 Plan de implementación 5'S**

##### **4.1.1.2.1 SEIRI (CLASIFICAR)**

#### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

Separar los artículos necesarios de los innecesarios y descartar los innecesarios.

#### **Objetivos:**

- Eliminar la costumbre de almacenar objetos innecesarios.
- Facilitar la visibilidad de materias primas, documentos, herramientas, etc.
- Aprovechar de mejor manera el espacio físico disponible.

#### **Beneficios:**

- Reducir el deterioro de las herramientas, máquinas y mobiliario de la empresa.
- Mayor espacio útil dentro del área de corte.
- Eliminación del desperdicio uso innecesario de materias primas.
- Reducción de los accidentes por el manejo de materiales.

#### **Actividades de implementación**

***Tabla 27.- Actividades de implementación etapa Seiri***

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
<b>1</b>	Crear un registro fotográfico de la situación inicial del área de corte.	Jefe de planta Jefe de producción Operarios
<b>2</b>	Establecer criterios de conservación o descarte de las materias primas, máquinas, equipos y mobiliarios.	
<b>3</b>	Elaborar notificaciones y aplicar tarjetas rojas de desecho o cambio de lugar, de acuerdo con el anexo 3	Jefe de producción



<b>4</b>	Elaborar una lista de los artículos necesarios en el área y desechar los innecesarios. Ver anexo 4	Operarios
----------	--	-----------

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### **4.1.1.2.2 SEITON (ORDENAR)**

##### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

Asignar un espacio para cada cosa y ubicar cada cosa en un lugar específico.

##### **Beneficios**

- Nos ayudara a encontrar fácilmente las herramientas, máquinas y materias primas de uso frecuente optimizando los tiempos y movimientos.
- Facilita regresar al lugar determinado los objetos o materiales que se han utilizado en la jornada laboral.

##### **Actividades de implementación**

**Tabla 28.- Actividades de implementación etapa Seiton**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
<b>1</b>	Definir el lugar para la ubicación de materias primas, equipos, herramientas y máquinas.	Jefe de planta Jefe de producción Operarios
<b>2</b>	Ubicar las materias primas, equipos, herramientas y máquinas de manera que facilite su acceso o importancia.	Jefe de producción Operarios
<b>3</b>	Rotular objetos, indicando nombres, cantidades máximas y mínimas.	
<b>4</b>	Señalizar el área de trabajo para prevenir accidentes y mejorar la distribución en planta.	

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### 4.1.1.2.3 SEISO (LIMPIAR)

##### ¿Qué buscamos en esta etapa?

Realizar más que una limpieza profunda a la empresa, sino crear una costumbre basada en la identificación de las fuentes de suciedad y contaminación, que permitan tomar acciones que las eliminen de raíz, para que siempre se mantengan limpias y en buen estado las áreas de trabajo.

##### Beneficios

- Aumentará la vida útil de instalaciones, equipos y maquinaria.
- Reducirá la probabilidad de contraer enfermedades laborales.
- Reducción de accidentes.
- Mejor aspecto del área de producción.

##### Actividades de implementación

**Tabla 29.- Actividades de implementación etapa Seiso**

No	Descripción	Responsable
1	Establecer la frecuencia de limpieza del área, así como también sus máquinas y demás artículos necesarios para el proceso.	Jefe de planta Jefe de producción Operarios
2	Asignar responsables de la limpieza en el área.	Jefe de producción Operarios
3	Brindar los equipos y herramientas de limpieza a utilizar.	
4	Fomentar la cultura de limpieza y orden en el área de trabajo.	

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### 4.1.1.2.4 SEIKETSU (ESTANDARIZAR)

##### ¿Qué buscamos en esta etapa?

Conservar de la mejor manera los avances en materia de la clasificación, organización y limpieza obtenidas en las tres etapas anteriores, teniendo en mente que lo importante del cambio es mantenerlo y si es posible mejorarlo.

##### Beneficios

- Se guarda el conocimiento obtenido para el mantenimiento de las 3's en la empresa.
- Mayor compromiso de la alta dirección y los empleados para mantener en perfecto estado las instalaciones, maquinarias y equipos de la empresa.

##### Actividades de Implementación

*Tabla 30.- Actividades de implementación etapa Seiketsu*

No	Descripción	Responsable
1	Establecer responsabilidades al personal para el mantenimiento de las 3'S, de manera que sean medidas preventivas y no se reactiven.	Jefe de planta Jefe de producción Operarios
2	Verificar el cumplimiento de las actividades.	
3	Destinar un tiempo de la jornada laboral para la limpieza del puesto de trabajo.	
4	Colocar un pizarrón de información para dar seguimiento al mantenimiento de orden y limpieza del área.	Jefe de planta Jefe de producción

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### 4.1.1.2.5 SHITSUKE (DISCIPLINA)

##### ¿Qué buscamos en esta etapa?

A través de la disciplina, se busca conservar los avances y cambios realizados a partir de las 4's anteriores, con la cual el personal de la empresa desarrollará la voluntad para realizar sus actividades en un mejor ambiente laboral, a través de la capacitación continua y seguimiento que conllevará a un mejor cumplimiento.

##### Beneficios

- Se crea conciencia en el manejo y aprovechamiento de los recursos de la empresa.
- Mejora la sinergia del ambiente laboral para la consecución de metas establecidas.

##### Actividades de Implementación

*Tabla 31.- Actividades de implementación etapa Shitsuke*

No	Descripción	Responsable
1	Establecer condiciones de control para fomentar la disciplina. Ver anexo 5	Jefe de planta Jefe de producción Operarios
2	Planificar charlas de capacitación a los operarios.	

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### 4.1.2 Andon

Dentro de la propuesta para la empresa Tejidos “Parwall”, se aplica la herramienta Andon en las áreas de corte y confección, donde permite al operador solicitar ayuda cuando se presenten problemas como: mantenimiento, problemas de calidad y almacenamiento o faltante de insumos de materia prima.

#### 4.1.2.1 Implementación del sistema Andon





Para la implementación del sistema Andon comprende las siguientes etapas:

- Todos los trabajadores deben tener conocimiento acerca del significado de los colores, para que exista una respuesta efectiva.
- Destinar lugares específicos que permitan gran visibilidad desde todas las áreas de trabajo, para ubicar el panel de visualización que se utiliza para mostrar las condiciones de operación de las áreas de trabajo.
- Los jefes de cada área deben contar con libertad y criterio para activar las señales correspondientes en las diferentes situaciones que se presenten en el lugar de trabajo.

#### 4.1.2.2 Código de colores

La aplicación del código de colores varía en cada una de las áreas de corte y confección, se deja explícito la correspondencia de cada uno de los colores para cada área, así los trabajadores lo tengan claro y no exista inconvenientes para emplearlo. A continuación, en la Tabla 32 se presenta el código de colores con su respectiva descripción para las áreas de corte y confección.

**Tabla 32.-** Código de colores para el sistema Andon propuesto

Color	Descripción área de corte	Descripción área de confección
	Lugar temporal de almacenamiento para residuos del mismo insumo.	Línea productiva parada por falta de mantenimiento.
	Tejidos completos para corte.	Línea productiva parada por problemas de calidad.
	Piezas cortadas talla S.	Línea productiva funcionando satisfactoriamente
	Piezas cortadas talla M.	Falta de materiales.

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

En la tabla 32 se muestra el código de colores como son el amarillo, rojo, azul y negro que están con su respectiva descripción para las dos áreas, este código de colores sirve para la persona responsable pueda tomar decisiones correctas.

#### **4.1.2.3 Funcionamiento del sistema Andon**

##### **4.1.2.3.1 Sistema Andon en el área de corte**

La propuesta consiste en marcar las áreas de almacenaje con etiquetas de color en papel o cinta de colores, que permitan la identificación de la materia prima fácilmente, además delimita el espacio en el que debe ubicarse un tipo de producto; También es un aspecto a tomar en cuenta para el cumplimiento de las 5S, en la segunda etapa “Seiton” ordenar, puesto que facilita la ubicación de los objetos y mantener de esta manera el orden en los espacios de trabajo. A continuación en la gráfica 32 se muestra la propuesta del sistema Andon.



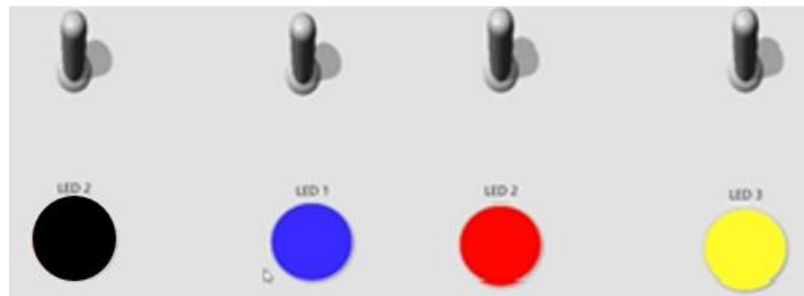
**Figura 32:** Propuesta sistema Andon en el área de corte

**Fuente:** (Benalcázar, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### **4.1.2.3.2 Sistema Andon en el área de confección**

El jefe de área será el encargado de activar el sistema led de acuerdo a la alerta que se presente en ese momento y a la descripción para este proceso, una vez atendida la necesidad la señal se apaga, A continuación, en la figura 33 se presenta la propuesta del sistema Andon en el área de confección.



**Figura 33:** Propuesta sistema Andon en el área de confección

**Fuente:** (Benalcázar, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### **4.1.3 Trabajo estandarizado**

Al realizar los manuales de procedimientos en las áreas de corte y confección garantizan que las operaciones necesarias se realicen siempre de la misma forma, se establece una línea base para evaluar y administrar los procesos lo cual será un fundamento de las mejoras en la empresa.

##### **4.1.3.1 Manual de procedimientos del proceso de corte y confección**

Una de las propuestas de mejora que se plantea es elaborar el manual de procedimientos del proceso de corte y confección con el fin de estandarizar los procesos que está formada por una carátula, una introducción, el objetivo y alcance de dicho manual.

#### **4.1.3.1.1 Manual de procedimientos del proceso de corte**

Se elaboró un manual de procedimientos del proceso de corte con el propósito de estandarizarlo, reducir las fallas de corte dentro el proceso y obtener un método de corte ya establecido. (Anexo 6)

#### **4.1.3.1.2 Manual de procedimientos del proceso de confección**

Se elaboró un manual de procedimientos del proceso de confección para que exista un proceso estandarizado y se disminuyan los defectos o fallas al momento de confeccionar los sacos, así evitar un producto terminado no conforme. (Ver Anexo 7).

### **4.1.4 Planes de acción de mejora**

#### **4.1.4.1 Plan de capacitación**

Se propone un plan de capacitación a todo el personal de trabajo con el fin de lograr que el trabajador adquiera los conocimientos y las habilidades necesarias para realizar un trabajo más eficiente y de calidad. A continuación, se describe el contenido del plan. Ver Anexo 8.

El contenido de las capacitaciones se realizará por temas específicos como:

- Presentación de la propuesta de la metodología Lean Six Sigma y ventajas de su aplicación.
- Procesos y herramientas para aplicación de metodología DMAIC.
- Inducción de las 5`S y aplicación
- Modelo de auditoría 5´S.
- Uso de herramientas de estandarización en el área de corte y confección.
- Seguimiento en el software Minitab
- Mantenimiento preventivo de máquinas y equipos.



#### 4.1.4.2 Mantenimiento productivo total

Para la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), se aplicará el mantenimiento preventivo como un plan de acción a tomar en Tejidos “Parwall”, considerando todas las máquinas y equipos disponibles, donde la participación activa de los operarios es importante para minimizar los paros por averías que garanticen un mejor flujo productivo dentro de la empresa.

##### 4.1.4.2.1 Estado actual de la maquinaria

El estado actual de las 10 máquinas disponibles en Tejidos “Parwall”, se presenta a continuación en la Tabla 33, donde se presenta adicionalmente su número de serie y marca correspondiente:

**Tabla 33.- Inventario de máquinas estado actual**

<b>Tejidos "PARWALL"</b>				
<b>ESTADO DE MAQUINARIA</b>				
<b>Nº</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>NÚMERO DE SERIE</b>	<b>MARCA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Plancha industrial al vapor	180/85 MCG	FIRSAN	Existe un obstáculo entre el tanque de agua y el generador que no permite que fluya el agua al generador. Acumulación de minerales en el generador.
2	Cortadora circular	KL EC-350A	KL	Falta de limpieza y desgaste de la cuchilla.
3	Máquina de tejer	CMS 330.6	STOLL	Falta de lubricación y limpieza de piezas.
4	Máquina de tejer	CMS 433	STOLL	Falta de lubricación y limpieza de piezas.
5	Remalladora	Galga 14/16	KUSUPER-B	Falta de limpieza y lubricación Falta de ajuste en el tirahilos
6	Recubridora	KJ 8569	JACK	Selector de puntada flojo
7	Overlock	MO-6700	JUKI	Banda de motor deteriorada Soporte de agujas flojo
8	Recta	DDL-8700	JUKI	Cable alimentador de corriente deteriorado
9	Botonera	JK- T373	JACK	Atasco en el disco de tensión de puntada Falta de limpieza y lubricación. Desajuste de la palanca de sujetador del botón.

10	Atracadora	LK-1850	JUKI	Falta de ajuste en los tornillos de anclaje de pedal. Falta de lubricación en los elementos móviles.
----	------------	---------	------	---

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### **4.1.4.2.2 Planificación del Mantenimiento Preventivo**

Para la planificación del mantenimiento se realizará la preparación del personal y la detección de las fallas en las máquinas de proceso productivo, antes de la implementación la empresa debe concientizar a los operarios de la participación necesaria de todos ellos para cumplir el plan. Se necesita identificar las acciones a realizar en cada una las máquinas.

Las acciones a realizar serán las siguientes:

- Limpieza de la máquina externa e internamente, esta acción se identificará en el plan de mantenimiento preventivo con el color rojo.
- Lubricación y engrase de componentes internos. Se identificará en el plan de mantenimiento con el color amarillo.
- Ajuste de pernos, anclajes y estructura de las máquinas. Identificado en el plan de mantenimiento con el color azul.

A continuación, en la Tabla 34, se describen las acciones planificadas para el mantenimiento preventivo de las máquinas identificadas en la empresa, con la frecuencia, responsables y duración aproximada de cada una de ellas, para el aseguramiento de las condiciones básicas de operación en la planta de producción. También constará de una ficha técnica donde se llevara a cabo un seguimiento de la máquina que se tuvo un mantenimiento. Ver anexo 9.

**Tabla 34.- Programa de mantenimiento preventivo**

<b>Tejidos "PARWALL"</b>						
<b>ESTADO DE MAQUINARIA</b>						
<b>N°</b>	<b>TIPO</b>	<b>N° DE MÁQUINAS</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO (min)</b>
1	Plancha industrial al vapor	1	Limpieza	semanal	Operarios	2
			Ajuste y revisión de tuberías	semanal	Operarios	5
2	Cortadora circular	2	Limpieza	Diaria	Operarios	1
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	semanal	Operarios	1
3	Máquina de tejer	2	Limpieza	semanal	Operarios	3
			Lubricación	Mensual	Operarios	5
4	Remalladora	1	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	Diaria	Operarios	2
5	Recubridora	2	Limpieza	Diaria	Operarios	1
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	Diaria	Operarios	2
6	Overlock	3	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	Diaria	Operarios	4
7	Recta	2	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	Diaria	Operarios	3
8	Botonera	2	Limpieza	Diaria	Operarios	1
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	Diaria	Operarios	3
9	Atracadora	2	Limpieza	Diaria	Operarios	1
			Lubricación	semanal	Operarios	2
			Ajuste	Diaria	Operarios	3

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

#### 4.1.5 Mejora en el proceso del área de corte

Para esta fase mejorar se ha tomado en cuenta un lote de 88 sacos para realizar la propuesta de mejora en la cual se aplicó las herramientas anteriormente mencionadas, solo a este lote para demostrar las mejoras y a continuación se presentan los datos obtenidos luego de la aplicación de las propuestas.

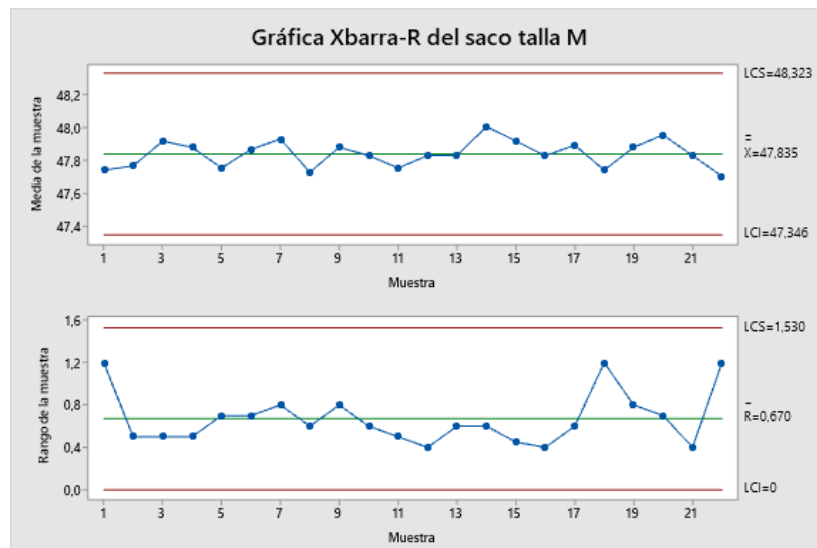
**Tabla 35.- Muestras de mejora en la variable ancho de pecho de la talla M.**

Subgrupo	Observaciones (cm)				$\bar{X}$ (cm)	Rango (cm)
	1	2	3	4		
1	48,10	47,00	48,20	47,65	47,74	1,20
2	47,50	48,00	47,65	47,90	47,76	0,50
3	48,00	48,20	47,70	47,75	47,91	0,50
4	47,60	47,80	48,00	48,10	47,88	0,50
5	47,60	47,70	48,20	47,50	47,75	0,70
6	47,50	47,75	48,20	48,00	47,86	0,70
7	47,40	48,00	48,20	48,10	47,93	0,80
8	47,60	47,70	48,10	47,50	47,73	0,60
9	48,20	47,40	47,90	48,00	47,88	0,80
10	48,10	48,00	47,50	47,70	47,83	0,60
11	47,60	47,90	48,00	47,50	47,75	0,50
12	48,00	47,90	47,60	47,80	47,83	0,40
13	48,10	47,90	47,50	47,80	47,83	0,60
14	47,60	48,00	48,20	48,20	48,00	0,60
15	48,10	48,00	47,65	47,90	47,91	0,45
16	48,00	47,90	47,60	47,80	47,83	0,40
17	47,50	47,90	48,10	48,05	47,89	0,60
18	48,10	47,00	48,20	47,65	47,74	1,20
19	47,90	47,40	48,00	48,20	47,88	0,80
20	48,20	48,20	47,50	47,90	47,95	0,70
21	48,00	47,90	47,60	47,80	47,83	0,40
22	48,20	47,00	48,10	47,50	47,70	1,20
					<b>47,83</b>	<b>0,67</b>

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

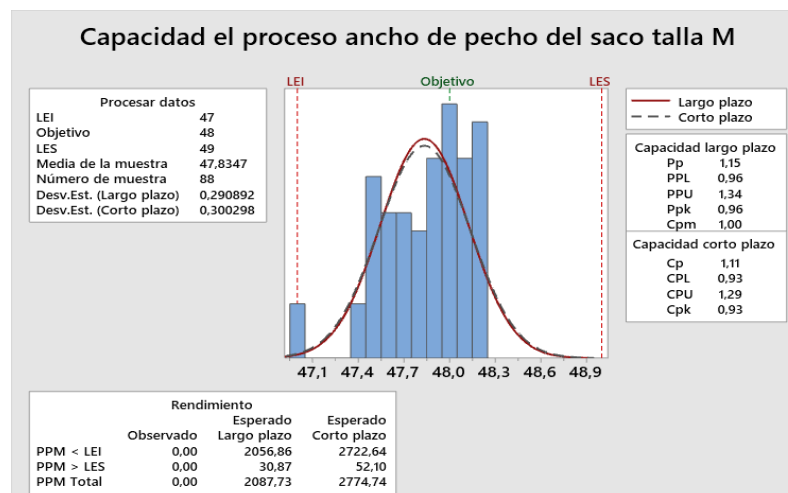
Con los datos obtenidos en la tabla 35 se calculó el índice de estabilidad y capacidad del proceso. Donde se toma en cuenta las gráficas de control para poder demostrar que ha aumentado la capacidad del proceso. A continuación se muestra las gráficas d control y la capacidad del proceso.



**Figura 34:** Gráfica de control de mejora  $\bar{X}$ -R de la variable ancho de pecho del saco talla M

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar



**Figura 35:** Capacidad de mejora del proceso de corte de la variable ancho de pecho talla M

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Luego de la implementación de las propuestas ya planteadas en la empresa se puede notar que el proceso está más centrado y cumple con las especificaciones del cliente y además mejora la capacidad del proceso.

**Tabla 36.- Interpretación de la métrica de capacidad del proceso de corte de la variable ancho de pecho del saco talla M**

<b>Capacidad corto plazo</b>		
<b>Sin mejoras</b>		
Cp	0,93	Evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones del cliente, para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. Como resultado el índice Cp se encuentra en la categoría 3 lo que quiere decir es un proceso no adecuado para el trabajo y requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria.
<b>Con mejoras</b>		
Cp	1,11	Evalúa si el proceso es potencialmente capaz de cumplir las especificaciones del cliente, para hacerlo, compara la variación tolerada con la variación real. Lo deseable es que este índice sea mayor que 1. Como resultado el índice Cp se encuentra en la categoría 2 lo que quiere decir que el proceso es parcialmente adecuado y que requiere de un control estricto.

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

## 4.2 Fase Controlar

Esta última etapa consiste establecer procedimientos y verificar constantemente que se cumplan las mejoras propuestas de la fase anterior, con el fin de que estos cambios se mantengan en el transcurso del tiempo. También se debe mantener actualizado cualquier cambio que se realice en la empresa para que no afecte a la mejora. A continuación, se presentan los siguientes mecanismos de control.

El uso de las gráficas de control con la ayuda del software Minitab<sup>19</sup> será de mucha utilidad, esto para comprobar que los límites establecidos para las variables críticas del proceso de confección que es ancho de pecho y largo total estén siendo respetados por medio de la carta de control de medias y rangos ( $\bar{X} - \bar{R}$ ), también para dar un seguimiento a los defectos que se encuentran en el área de confección por medio del uso de la carta de control tipo P, así comprobar que el sistema está beneficiando a confirmar los buenos resultados.

Se realizó un modelo de auditoría (Ver anexo 6), donde, se aplicó una lista de verificación aplicando criterios de evaluación por cada una de las etapas que comprende la metodología 5'S. Con el propósito de conocer y dar seguimiento al cumplimiento de las actividades de la metodología mencionada.

Utilizar hojas de control de defectos en las áreas de corte y confección nos proporciona datos basados en la observación del comportamiento de los procesos con el fin de detectar tendencias en los defectos de las dos áreas críticas de la empresa Tejidos “Parwall”. En el Anexo 10 se propone el formato de las hojas de control de defectos para las áreas de corte y confección, las mismas que serán encargadas los jefes de cada área.

Realizando el plan de capacitación del personal brinda más conocimientos y habilidades necesarias para realizar su trabajo más eficiente y de calidad. También con el plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria se evitarán fallas en los procesos y se logrará la vida útil de los mismos.



## CONCLUSIONES

- La metodología Lean Six Sigma tiene como enfoque hacer las cosas rápido, mejor, y seguro, mediante la utilización de una gama de herramientas y técnicas que complementan esta metodología. Todo esto se determinó a través de la recopilación de información de bases científicas y teóricas que sustentan la presente propuesta.
- A través del diagnóstico inicial del proceso de elaboración de sacos para mujer, se determinó los problemas que existen con reiteración y se localizaron en las áreas de corte y confección de la empresa. También, se aplicó la metodología DMAIC donde se utilizará las tres primeras fases que son: Definir, Medir y Analizar estas fases nos permitió identificar la situación actual de la empresa. En la primera fase se delimitó el proyecto, con la asignación de equipos de trabajo, partes interesadas, problema principal, el objetivo que tiene este proyecto y su alcance. Seguido por la fase medir con la aplicación de gráficas de control de medias y rangos ( $\bar{X}$ -R) en el proceso de corte para las variables ancho de pecho y largo total del saco en las tallas S - M y las cartas de control tipo P en el proceso de confección, se identificó que los procesos se encuentran bajo control pero es necesario realizar mejoras en los procesos, debido a que los valores de análisis de capacidad están por debajo de los índices de aceptación. En esta tercera fase se aplicó el diagrama de Pareto para manifestar los problemas más importantes y determinar en qué orden resolverlos, luego se procede a aplicar el diagrama de Ishikawa para identificar la causa principal del problema, así se propone soluciones de mejora.
- Con las siguientes dos fases mejorar y controlar, que hacen referencia a la propuesta de mejora se planteó a la empresa Tejidos “Parwall” la implementación de las 5’S, control visual o Andon, manual de procedimientos para los procesos de corte y confección,

planes de capacitación a todo el personal en general y planes de mantenimiento preventivo de maquinarias y equipos. También se propuso mecanismo de control como: hojas de control de defectos, aplicación de las gráficas de control y un modelo de auditoría 5'S

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar un constante seguimiento a las propuestas planteadas en el proceso productivo de sacos para mujer, ya que permiten determinar mejoras inmediatas para eliminar o reducir los defectos en la prenda de vestir, así se formara una cultura de mejora continua y de desarrollo personal de los trabajadores de la empresa.
- Se recomienda realizar un control continuo de todas las actividades de la línea de producción, registrando toda la información importante acerca de la estabilidad y la capacidad del proceso, haciendo uso de las herramientas propuestas, ya que nos garantizan mejorar la calidad y sobre todo entender las necesidades del consumidor.
- Se sugiere seguir con el plan de capacitación permanente respecto a las herramientas de Lean Manufacturing, Seis Sigma, plan de mantenimiento y así crear un mayor compromiso con los operadores para que sean los responsables de los resultados de los procesos. Los temas de capacitación estarán enfocados en las herramientas utilizadas para la propuesta.

## BIBLIOGRAFÍA

- AITE. (2016). *Asociación de Industrias Textiles del Ecuador*. Obtenido de Asociación de Industrias Textiles del Ecuador: <http://aite.com.ec/industria.html>
- Alamar, J., & Guijarro, R. (2018). *Cómo mejorar la productividad de tu empresa*. Valencia: RESULTAE.
- Aldavert, J. (2016). *Ishikawa herramienta para la solución de problemas*. Obtenido de Aldavert, J. (2016). 07 – Ishikawa, herramienta para la solución de problemas. Serviconsulty Consultoría y <http://www.serviconsulting.es/ishikawa-herramienta-la-solucion-problemas/>
- Añaguari, M. (2016). *Integración Lean Seis Sigma*. Valencia: Universidad Politècnica de Valencia.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros*. México: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Chimbay, R. C. (2017). *Mejoramiento de la Productividad*. Ibarra.
- Cruz Rivero, L., Mar Orozco, C., Pérez Salazar, D., Ortiz Martínez, J., & Lince Olguín, E. (2014). *Uso de TRIZ,VOC y QFD como herramientas para el diseño de nuevos productos. Convención Científica de ingeniería y arquitectura , 2.*
- Cudney, E., Furterer, S., & Dietrich, D. (2014). *Lean Systems: Applications and Case Studies in Manufacturing, Service, and Healthcare*. New York: CRC PRESS.
- De la Vara Salazar, R., & Gutiérrez Pulido, H. (2013). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma* (Tercera ed.). México: McGraw-Hill.
- Desarrollo-Senplades, S. N. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021*. Quito : Ecuador.

- Diz Cruz, E. (2016). *Estadística básica, introducción a la estadística con R*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2015). *Administración y control de la calidad* (Novena ed.). (J. A. Velázquez Arellano, & J. L. Nuñez Herrejón, Trads.) México: Cengage Learning. Obtenido de [https://www.academia.edu/38219197/kupdf\\_net\\_administracion\\_y\\_control\\_de\\_la\\_calidad\\_1\\_pdf](https://www.academia.edu/38219197/kupdf_net_administracion_y_control_de_la_calidad_1_pdf)
- Felizzola, Heriberto. (2014). *Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas*.
- Florez Ramirez, N., Florez Rendon, A. L., & Cogollo Florez, J. M. (2019). *Notas de control estadístico de la calidad*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Gillet Goinard, F. (2015). *La caja de herramientas: control de calidad*. México: Grupo Editorial Patria.
- Gisbert, V., & Añaguari, M. (Septiembre de 2016). Cuaderno investigación aplicada. *3C Empresa*, 1, 42. doi:<http://dx.doi.org/10.17993/EcoOrgyCso.2016.17>
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: Creative Commons.
- Herrera, R., & Fontalv, T. (2013). *Seis Sigma un enfoque práctico*. Barranquilla: Corporación para la Gestión del Conocimiento Asesores del 2000.
- ISO 9000:2015. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad-Fundamentos y vocabulario*. Ginebra, Suiza: ISO. Recuperado el 13 de Noviembre de 2020
- López Lemos, P. (2016). Herramientas para la mejora de la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas. En P. López Lemos, *Herramientas para la mejora de*

- la calidad: métodos para la mejora continua y la solución de problemas* (pág. 83). Madrid: FC Editorial.
- Luna González, A. C. (2015). *Proceso administrativo* (Primera ed.). México: Grupo Editorial Patria.
- Luque Romera, F. J. (2018). *Control y verificación de productos fabricados* (2a. ed.). Antequera: IC Editorial.
- Montalban Loyola, E., Arenas Bernal, E. J., Talavera Ruz, M., & Magaña Iglesias, R. E. (2015). Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 231-232.
- Moreno Calva, V. (2017). Manual guía para el desarrollo del Análisis de Modo y Efecto de Falla. *Centro de Excelencia Médica en Altura*, 4-5.
- Pardo Álvarez, J. M. (2013). *Configuración y usos de un mapa de procesos* (Primera ed.). España: AENOR- Asociación Española de Normalización y Certificación.
- SENPLADES. (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida*. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/11/PLAN-NACIONAL-DE-DESARROLLO-2017-2021.compressed.pdf>
- Singh, J., & Singh, H. (2015). *Continuous improvement philosophy - literature review and directions*. Benchmarking.
- Socconini, L. (2019). *Lean Six Sigma YellowBelt: manual de certificación*. Barcelona: Marge Books.

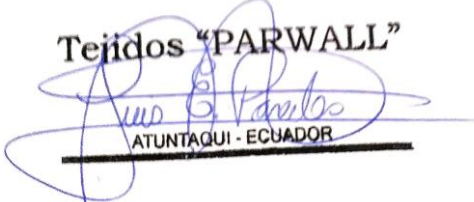
- Socconini, L. V. (2019). *Lean Company: más allá de la manufactura* (Primera ed.). Valencia, Valencia, España: Marge Books. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/117565?page=6>
- Socconini, L. V. (2019). *Lean Manufacturing: paso a paso*. Barcelona: Marge Books.
- Socconini, L. V., & Reato, C. (2019). *Lean six sigma: sistema de gestión para liderar empresas*. Barcelona: Marge Books.
- Terán, P., & Alvarado, A. (9 de mayo de 2016). *Mejoramiento de la competitividad en empresas PYMES*. Obtenido de [publicaciones.usm.edu.ec](http://publicaciones.usm.edu.ec)
- Wiesenfelder, H. (Febrero de 2018). *Leaf Group Copyright Policy*. Obtenido de [http://www.ehowenespanol.com/historia-six-sigma-hechos\\_153316/](http://www.ehowenespanol.com/historia-six-sigma-hechos_153316/)

# ANEXOS



## Anexo 1. Ficha de entrevistas

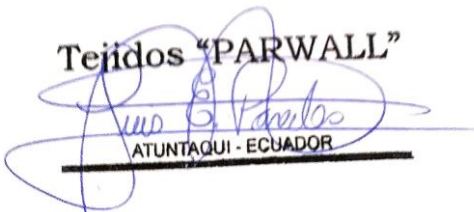
### Anexo 1.1 Ficha de entrevista para lluvia de ideas en el área de corte.

EMPRESA TEJIDOS PARWALL		
Ficha entrevista en el área de corte		
N° ficha	1	Descripción del área
Área	Corte	En esta área se realiza el tendido de las piezas de tejido, para luego realizar el corte.
Producto	Saco de mujer	
Objetivo		
Detectar los defectos principales o más comunes que se presentan en el área de corte.		
N°	Defectos	
1	Mala colocación del trazo	
2	Defecto por trazo mal realizado	
3	Mala colocación de las piezas de tejido	
4	Fallas de tejido	
5	Fallas de corte	
Encuestado		Firma
Sr. Luis Paredes		

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

Anexo 1.2 Ficha de entrevista para lluvia de ideas en el área de confección

<b>EMPRESA TEJIDOS PARWALL</b>		
<b>Ficha entrevista en el área de confección</b>		
<b>N° ficha</b>	2	<b>Descripción del área</b>
<b>Área</b>	Confección	En esta área se procede a ensamblar las piezas que depende de varias actividades para llegar a su producto final.
<b>Producto</b>	Saco de mujer	
<b>Objetivo</b>		
Detectar los defectos principales o más comunes que se presentan en el área de confección.		
<b>N°</b>	<b>Defectos</b>	
1	Variabilidad de tallas	
2	Fallas al unir cuellos	
3	Defectos de costura en ensamble del saco	
<b>Encuestado</b>		<b>Firma</b>
Sr. Luis Paredes		

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

## Anexo 2. Factores para la construcción de las cartas de control

Tamaño de muestra, $n$	Carta $\bar{X}$ $A_2$	Carta $R$			Carta $S$ $c_4$	Estimación de $\sigma$ $d_2$
		$d_3$	$D_3$	$D_4$		
2	1.880	0.853	0.0000	3.2686	0.7979	1.128
3	1.023	0.888	0.0000	2.5735	0.8862	1.693
4	0.729	0.880	0.0000	2.2822	0.9213	2.059
5	0.577	0.864	0.0000	2.1144	0.9400	2.326
6	0.483	0.848	0.0000	2.0039	0.9515	2.534
7	0.419	0.833	0.0758	1.9242	0.9594	2.704
8	0.373	0.820	0.1359	1.8641	0.9650	2.847
9	0.337	0.808	0.1838	1.8162	0.9693	2.970
10	0.308	0.797	0.2232	1.7768	0.9727	3.078
11	0.285	0.787	0.2559	1.7441	0.9754	3.173
12	0.266	0.778	0.2836	1.7164	0.9776	3.258
13	0.249	0.770	0.3076	1.6924	0.9794	3.336
14	0.235	0.763	0.3281	1.6719	0.9810	3.407
15	0.223	0.756	0.3468	1.6532	0.9823	3.472
16	0.212	0.750	0.3630	1.6370	0.9835	3.532
17	0.203	0.744	0.3779	1.6221	0.9845	3.588
18	0.194	0.739	0.3909	1.6091	0.9854	3.640
19	0.187	0.734	0.4031	1.5969	0.9862	3.689
20	0.180	0.729	0.4145	1.5855	0.9869	3.735
21	0.173	0.724	0.4251	1.5749	0.9876	3.778
22	0.167	0.720	0.4344	1.5656	0.9882	3.819
23	0.162	0.716	0.4432	1.5568	0.9887	3.858
24	0.157	0.712	0.4516	1.5484	0.9892	3.898
25	0.153	0.708	0.4597	1.5403	0.9896	3.931

**Fuente:** (De la Vara Salazar & Gutiérrez Pulido, 2013)

## Anexo 3. Tarjeta Roja

“Tejidos Parwall”			
TARJETA ROJA 5’S			
Nombre del artículo			
Categoría			
Materia prima		Máquina / equipo	
Máquina o equipo		Herramientas	
Suministros		Productos sin terminar	
Productos terminados		Partes mecánicas	
Partes eléctricas		Otro	
Motivo de la tarjeta roja			
Materiales sobrantes		Defectuoso	
Deteriorado		Peligroso	
Obsoleto		Caducado	

Innecesario		Otro	
<b>Acción requerida</b>			
Eliminar		Disposición final sugerida	
Retornar		Otro	
<b>Observaciones</b>			
<b>Fecha</b>		<b>Firma de responsabilidad</b>	

**Elaborado por:** (Valeria Benalcázar, 2021)

**Anexo 4.** Lista de artículos necesarios en el área de corte

<b>Lista de artículos necesarios en corte</b>	
<b>Nº</b>	<b>Artículo</b>
1	Adhesivo de mesa
2	Esferos
3	Regleta
4	Tejido
5	Papel base
6	Trazo de diseño
7	Spray
8	Máquina cortadora
9	Tijeras
10	Guantes resistentes a cortes

**Elaborado por:** (Valeria Benalcázar, 2021)

**Anexo 5.** Modelo de auditoría 5'S

AUDITORÍA 5´S							
Responsable:		Área:					
EVALUACIÓN: 0=MUY MALO; 1=MALO; 2=PROMEDIO; 3=BUENO; 4=MUY BUENO							
5´S	Nº	PREGUNTAS	CALIFICACIÓN				
			0	1	2	3	4
CLASIFICAR (SEIRI)	1	¿Existen materiales o partes en exceso?					
	2	¿Existen maquinarias o equipos innecesarios alrededor?					
	3	¿Existen herramientas innecesarias alrededor?					
	4	¿Existe control visual en las estaciones?					
	5	¿Están establecidos parámetros de 5´S?					
ORDENAR (SEITON)	6	¿Existen áreas de almacenaje claramente marcadas?					

	7	¿Están marcadas los artículos y sus lugares de almacenamiento?					
	8	¿Están identificadas las cantidades máximos y mínimos?					
	9	¿Están claramente identificadas las líneas de acceso y áreas de almacenaje					
	10	¿Las herramientas poseen un lugar identificado?					
LIMPIAR (SEISO)	11	¿Está los pisos libres de basura?					
	12	¿Están las máquinas libres de objetos?					
	13	¿Realiza inspección de equipos?					
	14	¿Existe personal responsable de limpieza?					
	15	¿Existen operarios que limpien máquinas o herramientas regularmente?					
ESTANDARIZAR (SEIKETSU)	16	¿Genera notas de mejoramiento regularmente?					
	17	¿Se han implementado ideas de mejora?					
	18	¿Usa procedimientos claros y actuales?					
	19	¿Tiene plan futuro para las áreas?					
	20	¿Están las 3'S mantenidas?					
DISCIPLINA (SHITSUKE)	21	¿Son conocidos los procedimientos estándares?					
	22	¿Son almacenadas las herramientas correctamente?					
	23	¿Los procedimientos están al día y son regularmente revisados?					
	24	¿Los cargos están debidamente descritos y regularmente revisados?					
	25	¿Se cumplen las normas de la empresa y del equipo de trabajo?					

**Fuente:** (Valeria Benalcázar, 2021)

**Anexo 6.** Manual de procedimientos del proceso de corte

## **Tejidos “PARWALL”**

### ***MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE CORTE***

***Versión: 01***

**FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN**

	<b>Nombre/Cargo</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
<b>Elaborado por:</b>	Valeria Benalcázar/Estudiante		
<b>Revisado por:</b>	Sr. Luis Paredes/Jefe de producción		
<b>Aprobado por:</b>	Sr. Luis Paredes/Gerente		

Tejidos “PARWALL”		
CORTE	Versión: 01	
	Código: M.P.C.01	
	Página:	

#### CONTROL E HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Descripción del cambio	Fecha de actualización
01	Versión original	

Tejidos “PARWALL”	
<b>CORTE</b>	Versión: 01
	Código: M.P.C.01
	Página:

## CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	4
2. RESPONSABILIDAD.....	4
3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS.....	4
4. REFERENCIAS NORMATIVAS.....	4
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO.....	5
6. FLUJOGRAMA.....	6
7. DOCUMENTOS Y REGISTROS.....	7
8. ANEXOS.....	7



## 1. OBJETIVO

Identificar y describir los procedimientos correctos del proceso de tendido del tejido y del trazo sobre la mesa de corte, que posteriormente serán cortados.

## 2. RESPONSABILIDAD

- Jefe de producción
- Jefe de corte

## 3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

### Abreviaturas:

- MP: Materia prima

### Definiciones:

- **Tendido:** Desdoblar o extender y colocar una pieza de tejido sobre una superficie.
- **Trazo:** Molde realizada en un papel que se compone de medidas para cortar el tejido, para la fabricación de una prenda de vestir.

## 4. REFERENCIA NORMATIVA

- NORMATIVA ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos
- Reglamento interno Tejidos “PARWALL”

## 5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

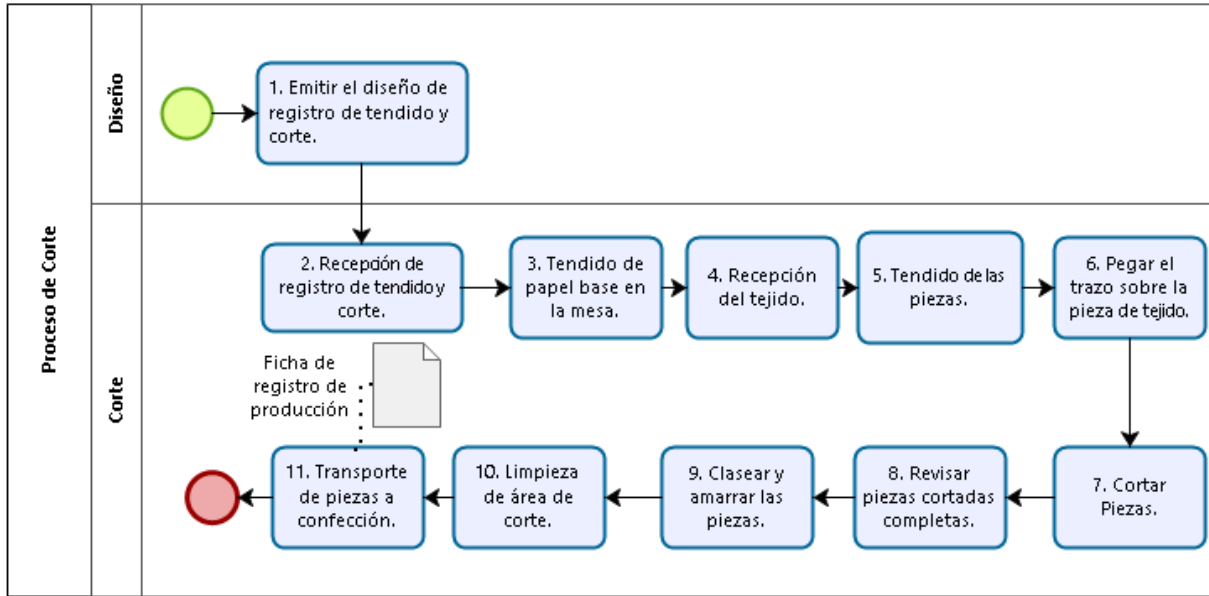
Nº	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN	REFEENCIA
----	-------------	-------------	-----------

1	Diseñador	Emitir el diseño, ficha de tendido y corte.	NORMATIVA ISO 9001:2015
2	Operario de corte	Recepción de registro de tendido y corte.	
3	Operario de corte	Tendido de papel base en la mesa.	
4	Operario de corte	Recepción del tejido.	
5	Operario de corte	Tendido de las piezas.	
6	Operario de corte	Pegar el trazo sobre la pieza de tejido.	
7	Operario de corte	Cortar Piezas.	
8	Operario de corte	Revisar piezas cortadas completas.	
9	Operario de corte	Clasear y amarrar las piezas.	
10	Operario de corte	Limpieza de área de corte.	
11	Operario de corte	Transporte de piezas a confección.	

**Documento y/o Registro del proceso:** Registro de tendido y corte

**Documento y/o Registro de otros procesos o entes externos:** N/A

## 6. FLUJOGRAMA



## 7. DOCUMENTOS Y REGISTROS

DOCUMENTOS						
NOMBRE	ORIGEN		TIPO		DISTRIBUCIÓN	
	INT	EXT	IMP	DIG	FUNCIONARIO	LUGAR DE ARCHIVO
Ficha técnica de tendido y corte	X		X		Jefe de corte	Área de corte

## 8. ANEXOS

Anexo1: Ficha técnica de tendido y corte

Empresa “Tejidos Parwall”				
Ficha técnica de tendido y corte			<b>Código:</b>	F.T.C.1
			<b>Versión:</b>	01
			<b>Fecha de emisión:</b>	
<b>Código del producto:</b>		<b>Operario responsable:</b>		
<b>Descripción:</b>		<b>Referencia de trazo:</b>		
<b>Cliente:</b>		<b>Talla:</b>		
<b>Marca:</b>		<b>Genero:</b>		
<b>Jornada</b>		<b>Fecha de entrega:</b>		
<b>Tipo de pieza</b>	<b>Tipo de tejido</b>	<b>N° capas</b>	<b>Tendido</b>	<b>Total de piezas</b>
<b>Observaciones</b>				
<b>Firma de responsabilidad</b>				

## **Tejidos “PARWALL”**

### ***MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DEL PROCESO DE CONFECCIÓN***

***Versión: 01***

#### **FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN**

	<b>Nombre/Cargo</b>	<b>Firma</b>	<b>Fecha</b>
<b>Elaborado por:</b>	Valeria Benalcázar/Estudiante		
<b>Revisado por:</b>	Sr. Luis Paredes/Jefe de producción		
<b>Aprobado por:</b>	Sr. Luis Paredes/Gerente		

Tejidos “PARWALL”	
CORTE	Versión: 01
	Código: M.P.C.O.01
	Página:

#### CONTROL E HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Descripción del cambio	Fecha de actualización
01	Versión original	

Tejidos “PARWALL”	
CONFECCIÓN	Versión: 01
	Código: M.P.C.O.01
	Página:

## CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	4
2. RESPONSABILIDAD.....	4
3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS.....	4
4. REFERENCIAS NORMATIVAS.....	4
5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO.....	5
6. FLUJOGRAMA.....	6
7. DOCUMENTOS Y REGISTROS.....	7
8. ANEXOS.....	7

## **1. OBJETIVO**

Planificar la cantidad y tipo de referencia a confeccionar emitida por el jefe de producción

## **2. RESPONSABILIDAD**

- Jefe de producción
- Jefe de confección
- Operarias

## **3. GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS**

### **Abreviaturas:**

- MP: Materia prima

### **Definiciones:**

- **Módulo:** Conjunto de máquinas que, con el fin de simplificar movimientos de materia prima, materiales y objetos, con un fin determinado.
- **Insumos:** es la materia prima disponible para el uso de confección de la prenda de vestir.
- **Documento:** Información significativa puede estar escrito, muestra física y en un programa, es un medio de soporte.
- **Registro:** Presenta resultados obtenidos o proporciona evidencia de actividades realizadas y son tipo documentos.

## **4. REFERENCIA NORMATIVA**

- NORMATIVA ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad-Requisitos



- Reglamento interno Tejidos “PARWALL”

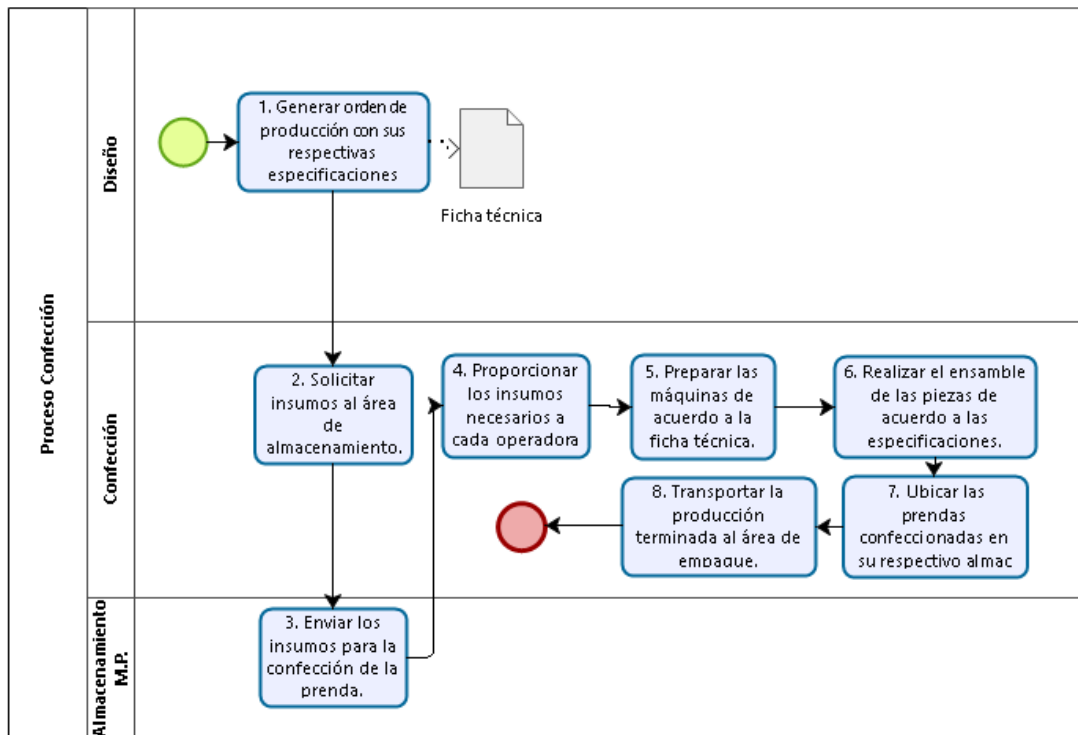
## 5. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

Nº	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN	REFEENCIA
1	Diseñador	Generar orden de producción con sus respectivas especificaciones	NORMATIVA ISO 9001:2015
2	Jefe de confección	Solicitar insumos al área de almacenamiento.	
3	Jefe de Almacenamiento de MP	Enviar los insumos para la confección de la prenda.	
4	Jefe de confección	Proporcionar los insumos necesarios a cada operadora.	
5	Operarios	Preparar las máquinas de acuerdo a la ficha técnica.	
6	Operarios	Realizar el ensamble de las piezas de acuerdo a las especificaciones.	
7	Operarios	Ubicar las prendas confeccionadas en su respectivo almacenamiento.	
8	Operarios	Transportar la producción terminada al área de empaque.	

**Documento y/o Registro del proceso:** Registro de confección

**Documento y/o Registro de otros procesos o entes externos:** N/A

## 6. FLUJOGRAMA



## 7. DOCUMENTOS Y REGISTROS

DOCUMENTOS						
NOMBRE	ORIGEN		TIPO		DISTRIBUCIÓN	
	INT	EXT	IMP	DIG	FUNCIONARIO	LUGAR DE ARCHIVO
Ficha técnica de confección	X		X		Jefe de confección	Área de confección

## 8. ANEXOS

Anexo1: Ficha técnica de confección

Empresa “Tejidos Parwall”					
Ficha técnica de confección				Código:	F.T.C.O.2
				Versión:	01
				Fecha de emisión:	
Código del producto:			Operario responsable:		
Descripción:			Fecha de entrega:		
Cliente:			Talla:		
Marca:			Genero:		
Especificaciones de tallas			Insumos		Cant. Prendas Terminadas
Medidas	Talla S (cm)	Talla M (cm)	Descripción	Cantidad	
Ancho de pecho	46	48			
Largo total	55	58			
Largo de manga	53	55			
Puño	34	36			
Gráfico					
Delantero			Espalda		
Observaciones					
Firma de responsabilidad					

**Anexo 8.** Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN																		
N°	TEMAS	DIRIGIDO A	SEMANAS															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Presentación de la propuesta de la metodología Lean Six Sigma y ventajas de su aplicación.	Todo el personal																
2	Procesos y herramientas para aplicación de metodología DMAIC.	Todo el personal																
3	Inducción de las 5`S y aplicación	Todo el personal																
4	Modelo de auditoría 5`S.	Todo el personal																
5	Uso de herramientas de estandarización en el área de corte y confección.	Personal del área de corte y confección																
6	Seguimiento en el software Minitab	Jefes de áreas																
7	Mantenimiento preventivo de máquinas y equipos.	Todo el personal																

**Elaborado por:** Valeria Benalcázar

**Anexo 9.** Ficha técnica de mantenimiento

<b>Tejidos "PARWALL"</b>			
<b>FICHA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>Realizado por:</b>			<b>Fecha:</b>
<b>Máquina o equipo:</b>		<b>Ubicación</b>	
<b>Marca:</b>		<b>Peso:</b>	
<b>Modelo:</b>		<b>Potencia:</b>	
<b>Lubricante utilizado:</b>			
<b>Reparaciones</b>	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-		
<b>Revisiones</b>	1.- 2.- 3.- 4.- 5.-		
<b>Observaciones</b>			
<b>Pieza en deterioro, posible causa del problema</b>		<b>Descripción</b>	
1			
2			
3			
4			

**Fuente:** (Tejidos Parwall, 2021)  
**Elaborado por:** (Valeria Benalcázar)

## Anexo 10. Hojas de control de defectos

### Anexo 10.1 Hoja de control de defectos en corte

HOJA DE CONTROL DE DEFECTOS EN CORTE							
Referencia:		Fecha:		Responsable:		Lote:	
N°	Defectos	Frecuencia					
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total
1	Mala colocación del trazo						
2	Defecto por trazo mal realizado						
3	Mala colocación de las piezas de tejido						
4	Fallas de tejido						
5	Fallas de corte						
Observaciones							Total

Fuente: (Tejidos Parwall, 2021)

Elaborado por: Valeria Benalcázar

### Anexo 10.2 Hoja de control de defectos en confección

HOJA DE CONTROL DE DEFECTOS EN CONFECCIÓN							
Referencia:		Fecha:		Responsable:		Lote:	
N°	Defectos	Frecuencia					
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Total
1	Variabilidad de tallas						
2	Fallas al unir cuellos						
3	Defectos de costura en ensamble del saco						
4	Otro						
Observaciones							Total

Fuente: (Tejidos Parwall, 2021)

Elaborado por: Valeria Benalcázar